

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

**Návrh stojanu a nástěnného držáku  
reproduktoru**

Design of Stand and Wall Bracket for Loudspeaker

Student:

Jaroslav Plaček

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Kolesár

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jaroslav Plaček**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení  
Téma: **Návrh stojanu a nástěnného držáku reproduktoru**  
**Design of Stand and Wall Bracket for Loudspeaker**

Zásady pro vypracování:

Proveďte konstrukční návrh na stojan a nástěnný držák pro zadaný typ reproduktoru s ohledem na design a bezpečnost. Proveďte rešerši problematiky již existujících řešení, navrhnete řešení, vytvořte výkresovou dokumentaci, definujte provozní podmínky, proveďte základní příslušné výpočty.

Parametry a požadavky:

Typ reproduktoru: Beolab18

Nosnost: 150 N

Geometrický tvar: maximalizovat dynamickou tuhost, minimalizovat objem a zohlednit požadavky na design

Materiál: navrhnout ekonomicky vhodnou variantu

Seznam doporučené odborné literatury:

LIENVEBER, J., VÁVRA, P.: *STROJNICKÉ TABULKY*, Třetí doplněné vydání, ALBRA – pedagogické nakladatelství, Úvaly, Havlíčkova 197, 2006.

KUBA, F.: *Pružnost a pevnost*, Vysoká škola báňská Ostrava, Ediční středisko VŠB, Ostrava 1990.

HUBKA, V.: *Konstrukční nauka*, Heurista, Zürich, 1995. 118 s. ISBN 80-90-1135-0-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Kolesár**

Datum zadání: 17.02.2014

Datum odevzdání: 19.05.2014



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 19. 5. 2014

A handwritten signature in blue ink, reading "Jakub Jaroslav". The signature is written in a cursive style with a large, stylized 'J' at the beginning.

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 19. 5. 2014



podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Jaroslav Plaček

Adresa trvalého pobytu autora práce:

742 21, Kopřivnice, Osvoboditelů 1215

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Michalovi Kolesárovi za cenné rady, připomínky, metodické vedení, ochotu a vstřícný přístup během zpracování této práce.

Velké poděkování též náleží celé mé rodině, spolupracovníkům a známým za podporu, trpělivost a povzbuzování po dobu mého studia.

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

PLAČEK, Jaroslav. *Návrh stojanu a nástěnného držáku reproduktoru: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování - 340, 2014, 58s. Vedoucí práce: Ing. Michal Kolesár

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem stojanu a nástěnného držáku reproduktoru. Práce obsahuje řešení zadané problematiky, dále na základě zadaných parametrů, specifikaci požadavku na zařízení, zpracování funkční struktury a vypracování morfologické matice byly vybrány dva koncepty, z nichž jeden byl rozpracován do úplné stavební struktury. Byly zpracovány jednotlivé komponenty s detailním popisem, výpočtovou a výkresovou dokumentací. V práci je použita pevnostní analýza nástěnného držáku v softwaru Creo Parametric 2.0.

Klíčová slova: Stojan, Nástěnný držák, Reprodukter

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

PLAČEK, Jaroslav. *Design of Stand and Wall Bracket for Loudspeaker*, Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of production machines and design - 340, 2014, 58p. Thesis head: Ing. Michal Kolesár

This Bachelor thesis describes the construction of stand and wall-bracket for loudspeaker. Research of given problematics according to given parameters and device requirement specification is described in the thesis. Two final concepts were chosen for detail description of functional structure, requirement specifications and morphology matrix processing. One of them was elaborated to full construction structure. Individual components were described with detail calculations and drawing documentation. Structural analysis of the Wall-bracket was made in Creo Parametric 2.0.

Key words: Stand, Wall-bracket, Loudspeaker

# Obsah

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK .....</b>	<b>10</b>
<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REŠERŠE .....</b>	<b>12</b>
2.1 REPRODUKTOROVÁ SOUSTAVA .....	12
<i>Stavba.....</i>	<i>12</i>
<i>Ozvučnice.....</i>	<i>12</i>
<i>Dělení reprosoustav dle umístění zesilovače.....</i>	<i>12</i>
<i>Dělení reprosoustav podle typu ozvučnice .....</i>	<i>12</i>
<i>Dělení reprosoustav podle umístění .....</i>	<i>12</i>
2.2 PŘEHLED VYBRANÝCH REPRODUKTOROVÝCH SOUSTAV, JEJICH STOJANŮ A NÁSTĚNNÝCH DRŽÁKŮ OD RŮZNÝCH FIREM .....	13
<i>Kloubový držák kovový DEXON.....</i>	<i>14</i>
2.3 PŘEHLED VYBRANÝCH REPRODUKTOROVÝCH SOUSTAV, JEJICH STOJANŮ A NÁSTĚNNÝCH DRŽÁKŮ VE FIRMĚ B&O .....	15
<i>BeoLab 11 .....</i>	<i>15</i>
<i>BeoLab 17.....</i>	<i>17</i>
<i>BeoLab 8000.....</i>	<i>18</i>
<b>3 REPRODUKTOROVÁ SOUSTAVA BEOLAB 18.....</b>	<b>20</b>
<b>4 SEZNAM POŽADAVKŮ.....</b>	<b>21</b>
4.1 POŽADAVKY .....	21
<i>Požadavky na stojan .....</i>	<i>21</i>
<i>Požadavky na nástěnný držák.....</i>	<i>21</i>
4.2 POŽADAVKOVÝ LIST .....	22
<i>Požadavkový list pro stojan .....</i>	<i>22</i>
<i>Požadavkový list pro nástěnný držák.....</i>	<i>23</i>
4.3 SEZNAM FUNKCÍ .....	24
<i>Seznam funkcí pro stojan .....</i>	<i>24</i>
<i>Seznam funkcí pro nástěnný držák.....</i>	<i>24</i>
<b>5 ORGÁNOVÁ STRUKTURA.....</b>	<b>25</b>
<i>Stojan .....</i>	<i>25</i>
<i>Nástěnný držák.....</i>	<i>25</i>

5.1	VYBRANÉ VARIANTY .....	26
	<i>Stojan</i> .....	26
	<i>Nástěnný držák</i> .....	26
5.2	ZHODNOCENÍ VYBRANÝCH METOD .....	27
	<i>Stojan</i> .....	27
	<i>Nástěnný držák</i> .....	27
<b>6</b>	<b>HRUBÁ STAVEBNÍ STRUKTURA .....</b>	<b>28</b>
6.1	STOJAN .....	28
	<i>Schématické znázornění řešení metody A</i> .....	28
	<i>Schématické znázornění řešení metody B</i> .....	28
6.2	NÁSTĚNNÝ DRŽÁK .....	29
	<i>Schématické znázornění řešení metody A</i> .....	29
	<i>Schématické znázornění řešení metody B</i> .....	29
<b>7</b>	<b>VÝPOČET STABILITY STOJANU .....</b>	<b>30</b>
	<i>Cíl</i> .....	30
	<i>Zkušební metoda</i> .....	30
	<i>Varianta 1:</i> .....	31
	<i>Varianta 2:</i> .....	32
	<i>Varianta 3:</i> .....	33
	<i>Varianta 4:</i> .....	34
7.1	ZHODNOCENÍ VÝPOČTU NÁKLONU .....	35
<b>8</b>	<b>ÚPLNÁ STAVEBNÍ STRUKTURA STOJANU .....</b>	<b>36</b>
8.1	POPIS JEDNOTLIVÝCH KOMPONENTŮ U STOJANU .....	36
	<i>Stojan</i> .....	36
	<i>Pojistná matice s drážkou</i> .....	37
	<i>Pružná podložka</i> .....	37
	<i>Pryžová Nožka</i> .....	37
<b>9</b>	<b>VÝPOČET NOSNOSTI NÁSTĚNNÉHO DRŽÁKU .....</b>	<b>38</b>
9.1	VSTUPNÍ PEVNOSTNÍ POŽADAVKY .....	38
9.2	OKRAJOVÉ PODMÍNKY .....	39
	<i>Podpory</i> .....	39
	<i>Zatížení</i> .....	40



9.3	Síť .....	41
9.4	VÝSLEDKY .....	42
	<i>Varianta 1:</i> .....	42
	<i>Varianta 2:</i> .....	44
	<i>Varianta 3:</i> .....	46
<b>10</b>	<b>ÚPLNÁ STAVEBNÍ STRUKTURA NÁSTĚNNÉHO DRŽÁKU .....</b>	<b>48</b>
10.1	POPIS JEDNOTLIVÝCH KOMPONENTŮ U NÁSTĚNNÉHO DRŽÁKU .....	49
	<i>Nástěnný držák</i> .....	49
	<i>Plechový držák</i> .....	50
	<i>Pojistná matice s drážkou</i> .....	51
	<i>Pružná podložka</i> .....	51
	<i>Stavěcí šroub</i> .....	51
	<i>Příchytka kabelů</i> .....	52
<b>11</b>	<b>PŘÍSLUŠENSTVÍ K MONTÁŽI .....</b>	<b>52</b>
	<i>Klíč</i> .....	52
<b>12</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>54</b>
	<i>Knihy, časopisy a jiné</i> .....	54
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>57</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK

Symbol	Význam	Jednotka
$F_{bx}$	Bezpečnostní zatížení v ose x	[N]
$F_{by}$	Bezpečnostní zatížení v ose y	[N]
$F_p$	Zatížení provozní	[N]
$F_t$	Zatížení ve směru těžiště	[N]
$P$	Výkon zesilovače	[W]
$R_e$	Mez kluzu	[MPa]
$R_m$	Mez pevnosti	[MPa]
$X$	Vzdálenost od okraje základny k těžišti	[mm]
$Y$	Vzdálenost od okraje základny k těžišti	[mm]
$V$	Celková výška od základny k těžišti	[mm]
$m$	Hmotnost reproduktoru	[kg]
$t$	Tloušťka barvy	[ $\mu\text{m}$ ]
$\alpha_1$	Úhel náklonu - doleva	[°]
$\alpha_2$	Úhel náklonu - doprava	[°]
$\alpha_3$	Úhel náklonu - dopředu	[°]
$\alpha_4$	Úhel náklonu - dozadu	[°]
$\rho_{Al}$	Hustota hliníku	[ $\text{kg/m}^3$ ]
$\rho_{ocel}$	Hustota oceli	[ $\text{kg/m}^3$ ]
$\rho_{sklo}$	Hustota skla	[ $\text{kg/m}^3$ ]
$\sigma$	Napětí	[MPa]

# 1 ÚVOD

Hlavním cílem mé bakalářské práce je zpracování vlastního konstrukčního návrhu stojanu a nástěnného držáku pro reproduktor BeoLab 18 s ohledem na design a bezpečnost. Byl zohledněn výběr materiálů, design a požadavky definované v zadání. V návaznosti na výpočty a softwarové simulace bylo navrženo optimální řešení, jak z hlediska pevnostního, designového tak i bezpečnostního provedení.

Snahou je zpracovat co možná nejjednodušší a nejlevnější řešení konstrukčního návrhu, abychom zajistili produktivní výrobu a ekonomickou konkurenceschopnost.

Parametry využitě k vývoji stojanu a nástěnného držáku jsou dány firmou Bang & Olufsen. Společnost Bang & Olufsen se zabývá vývojem, výrobou a prodejem luxusní elektroniky.

V práci byla důsledně uplatněna metodika dle skript Konstrukční nauka. [I]

## **Cíle bakalářské práce:**

- Zpracování přehledu stojanů a nástěnných držáků na trhu.
- Zpracování konstrukčního návrhu stojanu dle zadaných parametrů.
- Zpracování konstrukčního návrhu nástěnného držáku dle zadaných parametrů.
- Vypracování výpočtu dovoleného náklonu u jednotlivých konstrukčních řešení stojanu.
- Vypracování pevnostních analýz u jednotlivých konstrukčních řešení nástěnného držáku.
- Vypracování výkresové dokumentace.

## **2 REŠERŠE**

### **2.1 Reproduktorová soustava**

Reproduktorová soustava je označována jako skupina reproduktorů, obvykle umístěná do jediné skříně, zvané ozvučnice. Jako reprosoustava je označována i ozvučovací jednotka, přestože může obsahovat jen jeden reproduktor umístěný v ozvučnici a druhý může být umístěn se svým vlastním zvukovodem mimo ozvučnici. [1]

#### **Stavba**

Reproduktorové soustavy jsou zpravidla vyráběny jako ozvučnice ze dřeva, či jiného materiálu. Soustavy jsou osazeny reproduktory, které obsahují vhodný tlumící materiál, připojovací svorky a kabeláž. Celek je nastaven tak, aby pokryl pokud možno maximálně vyrovnaně celé akustické pásmo. [1]

#### **Ozvučnice**

Ozvučnice jsou obvykle vyrobeny z materiálů na bázi dřeva - dřevovláknových desek, překližky či vrstvených materiálů podobného druhu. V různých případech se používá i jiný materiál - plasty, tvrzený papír, hliník a podobně. [1]

#### **Dělení reprosoustav dle umístění zesilovače [1]**

- Aktivní reprosoustavy
- Pasivní reprosoustavy

#### **Dělení reprosoustav podle typu ozvučnice [1]**

- Uzavřené
- Otevřené

#### **Dělení reprosoustav podle umístění [II]**

- sloupové
- regálové
- nástěnné
- stropní

## 2.2 Přehled vybraných reproduktorových soustav, jejich stojanů a nástěnných držáků od různých firem

Představení několika zástupců stojanů a nástěnných držáků od různých firem. Tato oblast je ovšem tak specifická, že většina stojanů či držáků slouží k umístění konkrétních reproduktorů dané firmy.

- Stojan Hifi kovový DEXON
- Kloubový držák DEXON
- Kloubový držák plastový DEXON

### **Stojan Hifi kovový DEXON**

Celokovový stojan reproduktoru je dodávaný ve dvou výškových variantách, a to 600 mm a 800 mm. Je vhodný pro instalaci satelitních reprosoustav. Stojan je vyroben celý z oceli. Na dolní i horní základně jsou použity pryžové nožky. Je zde možnost vedení kabelů v ocelové trubce. [2]



*Obrázek 1 - Stojan Hifi kovový DEXON [2]*

### **Kloubový držák kovový DEXON**

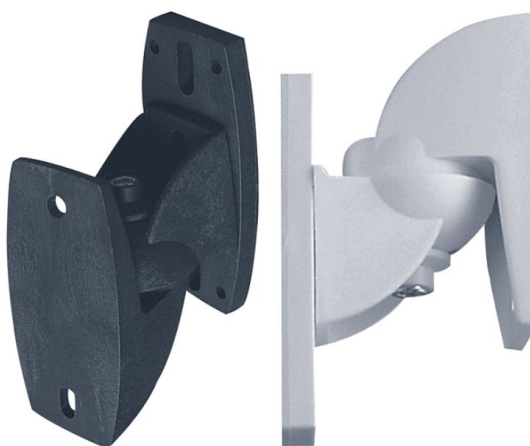
Velmi robustní držák profesionálních a hifi reprosoustav malých rozměrů dovolující relativně vysoké zatížení až 25 kg. Reproduktorová soustava se uchytí na přírubu pomocí dvou šroubů. Máme možnost natáčení ve dvou rovinách včetně precizní aretace. Pevné zajištění pozice je díky tisícíhranu v obou kloubech. Instalujeme na stěnu pomocí dvou šroubů na každé přírubě. [3]



*Obrázek 2 - Stojan Hifi kovový DEXON [3]*

### **Kloubový držák plastový DEXON**

Jedná se o plastový držák profesionálních a hifi reprosoustav malých rozměrů. Reproduktorová soustava je uchycena na přírubu pomocí dvou šroubů. Možnost natáčení reprosoustavy ve dvou směrech. Uchycení je zajištěno pomocí dvou šroubů na každé přírubě. Nosnost držáku je 6 kg. [4]



*Obrázek 3 - Kloubový držák plastový DEXON [4]*

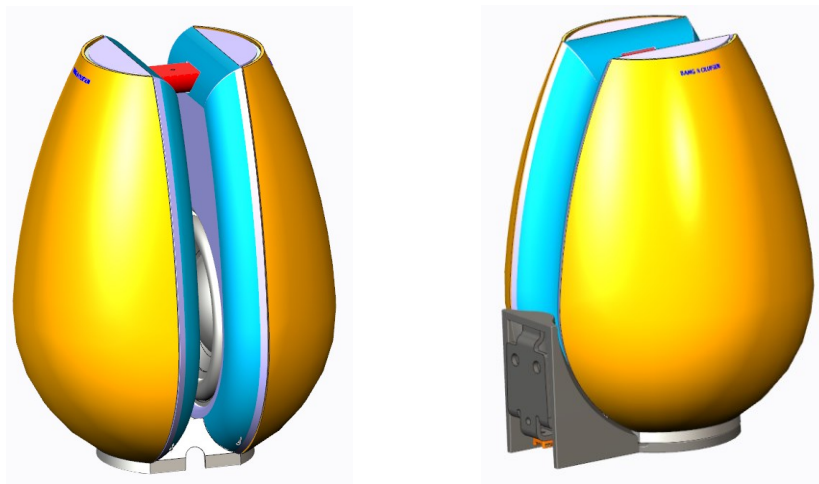
## 2.3 Přehled vybraných reproduktorových soustav, jejich stojanů a nástěnných držáků ve firmě B&O

Každý z reproduktorů společnosti Bang & Olufsen je specifický svým designem, a proto i jeho umístění nelze jednoznačně zařadit, ale je velice různorodé. V mnohých případech nalezneme například sloupovou reprosoustavu umístěnou na zdi. Případně reproduktorovou soustavu primárně určenou jako regálovou k umístění na stůl s možností přimontování na nástěnný držák.

Nyní si představíme jen několik představitelů reprosoustav ve společnosti Bang & Olufsen a jejich možnosti umístění, ať už na stojan nebo nástěnný držák. Také si představíme již fungující technická řešení jednotlivých stojanů a nástěnných držáků u několika reproduktorů této firmy. Chtěl bych jen podotknout, že stojany a nástěnné držáky korespondují s designem celého reproduktoru a vždy jsou navrženy jen pro jeden typ reproduktoru. Proto je kladen důraz na design, materiály, funkčnost a bezpečnost.

### BeoLab 11

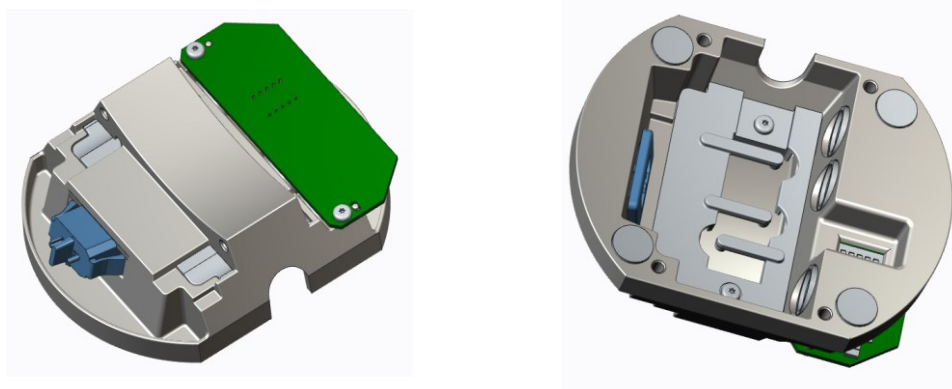
Subwoofer s dokonalými tvary, který má díky dvěma zesilovačům skutečnou razanci. Jeden z nejkompaktnějších a nejuniverzálnějších reproduktorů z kompozice firmy Bang & Olufsen. [III]



Obrázek 4 - BeoLab 11 [III]

**Stojan:**

Tento stojan je integrální součástí reproduktoru a spojuje v sobě několik funkcí. Stojan je jednou z jeho nosných částí a také slouží jako místo pro zapojení a ukrytí konektorů. Proti poškrábání nábytku či podlahy slouží čtyři gumové nožky.



Obrázek 5 - Stojan BeoLab 11 [III]

**Nástěnný držák:**

Jedná se o designový nástěnný držák vytvořený pro produkt Beolab11 tak, aby svou konstrukcí doplňoval design samotného reproduktoru. Díky použití hliníku, vypadá konstrukce velmi lehce a decentně, při zachování vysoké nosnosti. Samotné hliníkové tělo je zavěšeno na plechový nosný díl, který je připevněn pomocí šroubů přímo na stěnu. Proti uvolnění je nástěnný držák jištěn dvěma šrouby. Kabely lze vést uvnitř konstrukce, aby zůstaly skryty a nenarušovaly celkový dojem. Samotný reproduktor je připevněn k nástěnnému držáku pomocí čtyř šroubů.

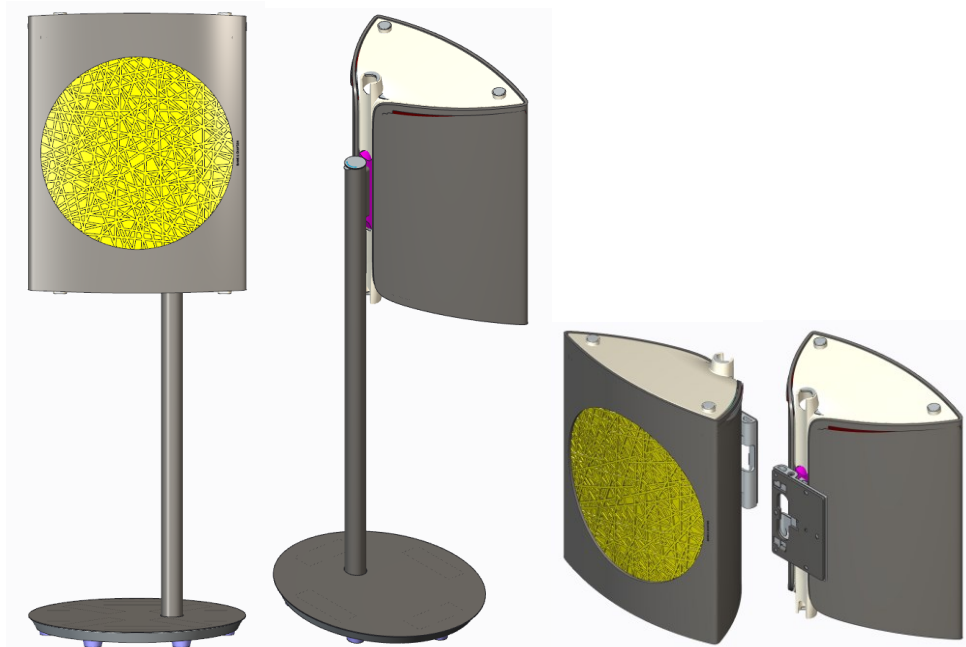


Obrázek 6 - Nástěnný držák BeoLab 11 [III]



## BeoLab 17

Tento vysoce výkonný, aktivní reproduktor není výjimečný jen svým tvarem a zvukem, ale také variabilitou umístění. Reproduktor můžeme umístit na podlahu, stojanu či nástěnný držák. [IV]



Obrázek 7 - BeoLab 17 [IV]

### *Stojan:*

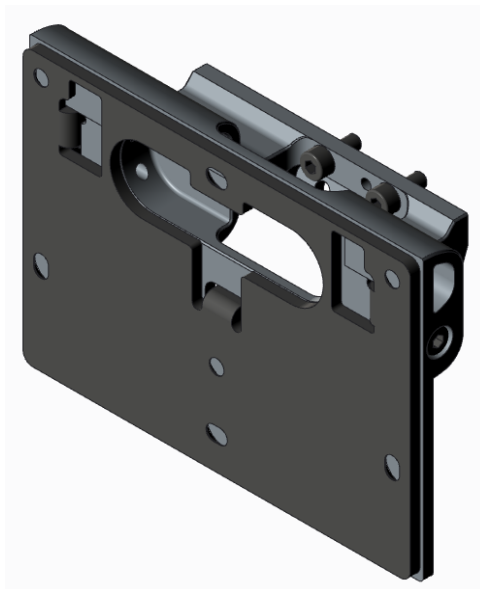
Kruhovou ocelovou podstavu kryje dekorativní tvarový prvek z leštěného hliníku. Lepené gumové nožky zabraňují poškození podlahy. Hliníková trubka je fixována pomocí šroubu k podstavě a slouží také jako kryt kabelů. V horní části tyče je umístěný plastový prvek, kterým je tyč spojena s reproduktorem.



Obrázek 8 - BeoLab 17 (stojan) [IV]

### ***Nástěnný držák:***

Tělem samotného držáku je ocelový výlisek fixovaný na zeď pomocí čtyř šroubů. Tento výlisek zakrývá hliníková krytka, která je pomocí dvou šroubů umístěna k reproduktoru a slouží také k ukrytí kabelů. Pomocí této hliníkové krytky jsme schopni zařadit reproduktor ve dvou polohách, a to buďto v horizontální poloze nebo pootočený o 20 stupňů.



*Obrázek 9 - BeoLab 17 (nástěnný držák) [IV]*

### **BeoLab 8000**

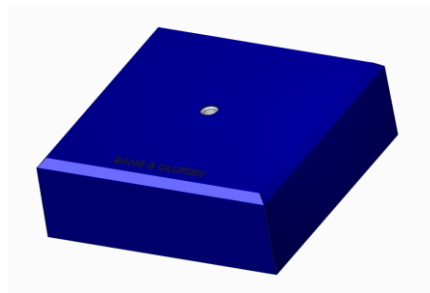
Navzdory útlému designu je výjimečný výkonem. Úzký tvar reproduktoru je ideální pro doplnění audio systému nebo domácího kina. Může být umístěn na masivním stojanu i na hliníkovém nástěnném držáku. [V]

### ***Stojan:***

Litá ocelová podstava je rozdělena do dvou částí. Základem je nosná část se speciální maticí pro nastavení reproduktoru dle vertikální osy. Tato nosná část je kryta pohledovým dílem, který je vyroben také z oceli a svou hmotností přispívá ke snížení těžiště celé soustavy. Proti vysunutí je reproduktor pojištěn klasickou maticí, šroubovanou na jeho závitovou tyč. Proti poškrábání podlahy slouží čtyři pryžové nožky. Kabely jsou vedeny mimo reproduktor.



*Obrázek 10 - BeoLab 8000 na stojanu [V]*



*Obrázek 11 - BeoLab 8000 stojan [V]*

#### ***Nástěnný držák:***

Tento nástěnný držák je tvořen dvěma hlavními díly. Nosný ocelový výlisek je připevněn na zeď pomocí čtyř šroubů, na němž je zavěšen ve speciální drážce hliníkový dekorativní díl. Tento díl je pojištěn proti spadnutí pomocí dvou stavěcích šroubů. V těle dílu je umístěn mechanismus na principu kulového čepu, který slouží k ustavování reproduktoru dle vertikální osy. Kabely nutné k zapojení reproduktoru mohou být ukryty v těle nástěnného držáku.



*Obrázek 12 - BeoLab 8000 na nástěnném držáku [V]*



*Obrázek 13 - BeoLab 8000 nástěnný držák [V]*

### 3 REPRODUKTOROVÁ SOUSTAVA BEOLAB 18

Práce se zabývá zpracováním uchycení reproduktoru BeoLab 18. Jelikož samotné tělo reproduktoru není možné umístit do polohy vhodné k užívání zákazníkem, byl na základě požadavků a zkušeností navržen designově, pevnostně a bezpečnostně vyhovující stojan a nástěnný držák k tomuto reproduktoru.

#### BeoLab 18

Jedná se o následníka jednoho z nejprodávanějších produktů Bang & Olufsen BeoLab 8000 a BeoLab 8002. [IV]

#### *Technický úvod:*

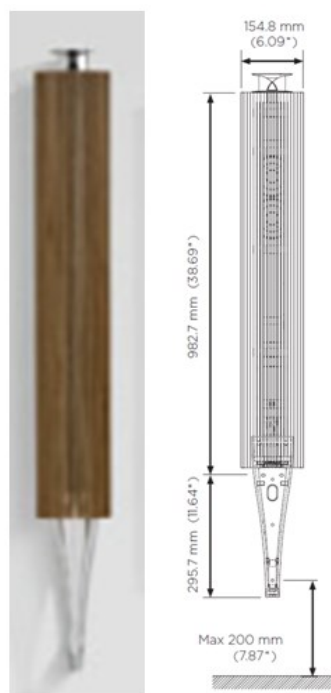
BeoLab 18 je aktivní reproduktor na základě nového patentového digitálního zvuku s dvěma výkonnými zesilovači. Soustava se skládá z jednoho výškového reproduktoru a dvou středových/basových reproduktorů. Vestavěný bezdrátový modul znamená, že BeoLab 18 lze připojit v sestavách s B&O bezdrátovým vysílačem. [IV]

#### *Zvukový výkon:*

Reproduktor je vyvinutý jako akustický systém, skládající se z 2 x 4 palcových středových/basových reproduktorů umístěných co nejblíže k sobě, kvůli snížení rušení a získání co možná nejširšího zvukového rozptylu. Dva středové/basové reproduktory jsou připojeny paralelně a jsou napájeny 160 W zesilovačem. [IV]



Obrázek 15 - BeoLab 18 na stojanu [IV]



Obrázek 14 - BeoLab 18 na nástěnném držáku [IV]

## 4 SEZNAM POŽADAVKŮ

Prvotně se práce zabývá návrhem stojanu sloužícího k umístění reproduktoru na podlahu, dále pak se vývojem nástěnného držáku, který bude sloužit k přichycení reproduktoru na zeď.

### 4.1 Požadavky

#### Požadavky na stojan

- Koncept vychází z předchozího projektu BeoLab 8000.
- Náklon 12 stupňů, zamezení překlopení.
- Zachovat co nejvíce ostré hrany.
- Materiál volit na základě výpočtu.
- Odolnost vůči okolním vlivům.
- Jednodušší a levnější řešení oproti předchozí verzi.

#### Požadavky na nástěnný držák

- Koncept vychází z předchozího projektu BeoLab 8000.
- Zatížení držáku ve směru těžiště reproduktoru samotnou váhou plus tří násobek váhy reproduktoru. To znamená zatížení 400 N.
- Zatížení ve směru kolmém k vertikální ose reproduktoru v nejméně příznivém místě respektive v nejvyšším bodě reproduktoru silou 150 N.
- Zachovat co nejvíce ostré hrany.
- Materiál volit na základě simulací.
- Odolnost vůči okolním vlivům.
- Jednodušší a levnější řešení oproti předchůdci.

## 4.2 Požadavkový list

### Požadavkový list pro stojan

Specifikace požadavků	Podmínka	Přání
<b>Velikost</b>		
Minimální tvar	x	
Počáteční návrh 190 x 190 mm		x
Výška stojanu 30 mm		x
<b>Provoz</b>		
Odolnosti vůči korozi	x	
Odolnost vůči prašnosti	x	
Eliminace poškození podlahy (gumové nožky)	x	
Snadná manipulace	x	
Snadná montáž	x	
Životnost stojanu – co nejvyšší	x	
Údržba - minimální	x	
Údržba - žádná		x
<b>Náklon</b>		
Náklon ve směru x 12°	x	
Náklon ve směru z 12°	x	
<b>Výroba</b>		
Snadná výroba	x	
Malosériová výroba (10 000 / rok)	x	
Levnější provedení než předchozí verze	x	
<b>Ergonomie</b>		
Uspokojivý tvar	x	
Co nejméně zaoblené hrany	x	
Atraktivnější design než předchozí verze	x	
Přizpůsobení designu s ohledem na bezpečnost	x	
<b>Likvidace: vhodnost pro -</b>		
Snadná demontáž	x	
Použití materiály vhodné pro recyklaci		x
<b>Zákony a předpisy</b>		
Použití firemních norem	x	
Použití firemních patentů	x	

Tabulka 1 - Požadavkový list pro stojan[I]

## Požadavkový list pro nástěnný držák

Specifikace požadavků	Podmínka	Přání
<b>Velikost</b>		
Minimální tvar	x	
Zachování křivky ve spodní části reproduktoru		x
Minimální tloušťka stěny 2 mm		x
<b>Provoz</b>		
Úschova kabelu v krytu	x	
Odolnosti vůči korozi	x	
Odolnost vůči prašnosti	x	
Snadná manipulace	x	
Snadná montáž	x	
Možnost finálního ustavení vůči zdi	x	
<b>Zatížení</b>		
Provozní zatížení v ose y 90 N	x	
Bezpečnostní zatížení v ose y 400 N	x	
Bezpečnostní zatížení v ose x 150 N	x	
<b>Výroba</b>		
Snadná výroba	x	
Malosériová výroba (2 000 / rok)	x	
Levnější provedení než předchozí verze	x	
<b>Ergonomie</b>		
Uspokojivý tvar	x	
Atraktivnější design než předchozí verze	x	
Přizpůsobení designu s ohledem na bezpečnost	x	
<b>Likvidace: vhodnost pro -</b>		
Snadná demontáž	x	
Použití materiály vhodné pro recyklaci		x
<b>Zákony a předpisy</b>		
Použití firemních norem	x	
Použití firemních patentů	x	

Tabulka 2 - Požadavkový list pro nástěnný držák [I]

## **4.3 Seznam funkcí**

### **Seznam funkcí pro stojan:**

- zajistit fixaci reproduktoru,
- zajistit snadnou manipulaci,
- zajistit snadnou montáž / demontáž,
- odolnost vůči okolí (koroze, prašnost),
- začlenit design stojanu do koncepce reproduktoru,
- eliminace poškození podlahy.

### **Seznam funkcí pro nástěnný držák:**

- zajistit fixaci reproduktoru,
- zajistit snadnou manipulaci,
- zajistit snadnou montáž / demontáž,
- zajistit finální vodorovnou a svislou polohu po zafixování reproduktoru,
- odolnost vůči okolí (koroze, prašnost),
- začlenit design nástěnného držáku do koncepce reproduktoru,
- eliminace poškození zdi,
- skrýt kabely pod nástěnný držák.



## 5 ORGÁNOVÁ STRUKTURA

Orgánová struktura přiřazuje jednotlivé funkční orgány – nositele funkcí, z nichž vybereme nejvhodnější varianty způsobu zajištění funkce [I]

### Stojan

Dílčí funkce		Orgány nositelé funkcí		
		1	2	3
1	Materiál stojanu zajistit	sklo	hliník	ocel na odlitky
2	Tvar stojanu zajistit	čtvercový	kruhový	obdélníkový
3	Počet nožek zajistit	4	5	6
4	Materiál nožek zajistit	pryž	dřevo	ocel
5	Fixace polohy zajistit	pevné uložení	ustavení pomocí stavitelných nožek	
6	Zajištění proti uvolnění reproduktoru ze stojanu	závlačka	pružná podložka s maticí	svar

Tabulka 3 - Morfologická matice – stojan [I]

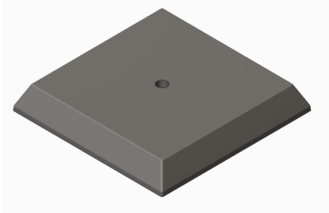
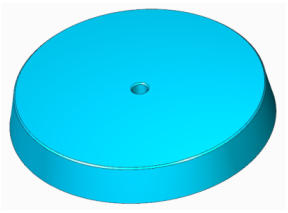
### Nástěnný držák

Dílčí funkce		Orgány nositelé funkcí		
		1	2	3
1	Materiál držáku zajistit	plast	ocel	hliník
2	Zajištění proti uvolnění držáku zajistit	stavěcí šroub	dorazy	
3	Fixace držáku na zdi zajistit	ocelový výlisek	hliníkový výlisek	
4	Manipulace po zafixování na zeď	vymezovací kolíky	lícovaná drážka	čep s vůlí
5	Vedení kabelů zajistit	v těle držáku	mimo držák	
6	Zajištění proti uvolnění reproduktoru z držáku	svar	závlačka	pružná podložka s maticí

Tabulka 4 - Morfologická matice – držák [I]


## 5.1 Vybrané varianty

### Stojan

		
	<b>Řešení A</b>	<b>Řešení B</b>
1	ocel na odlitky	sklo
2	čtvercový	kruhový
3	4	5
4	pryž	ocel
5	pevné uložení	ustavení pomocí stavitelných nožek
6	pružná podložka s maticí	závlačka

Tabulka 5 - Vybrané konstrukční řešení [1]

### Nástěnný držák

		
	<b>Řešení A</b>	<b>Řešení B</b>
1	hliník	ocel
2	stavěcí šroub	dorazy
3	ocelový výlisek	hliníkový výlisek
4	lícovaná drážka	čep s vůlí
5	v těle držáku	mimo držák
6	pružná podložka s maticí	závlačka

Tabulka 6 - Vybrané konstrukční řešení [1]

## 5.2 Zhodnocení vybraných metod

### Stojan

Č.	funkce	Řešení A	Řešení B
1	<i>Materiál stojanu zajistit</i>	1	2
2	<i>Tvar stojanu zajistit</i>	2	3
3	<i>Počet nožek zajistit</i>	1	2
4	<i>Materiál nožek zajistit</i>	1	4
5	<i>Fixace polohy zajistit</i>	3	2
6	<i>Zajištění proti uvolnění reproduktoru ze stojanu</i>	1	3
Celkový počet bodů		<u>9</u>	16
Celkové pořadí		<u>1</u>	2

Tabulka 7 - Hodnocení vybraných možností - stojan [I]

### Nástěnný držák

Č.	funkce	Řešení A	Řešení B
1	<i>Materiál držáku zajistit</i>	1	2
2	<i>Zajištění proti uvolnění držáku zajistit</i>	2	4
3	<i>Fixace držáku na zdi zajistit</i>	1	3
4	<i>Manipulace po zařizování na zed'</i>	3	2
5	<i>Vedení kabelů zajistit</i>	1	5
6	<i>Zajištění proti uvolnění reproduktoru z držáku</i>	1	3
Celkový počet bodů		<u>9</u>	19
Celkové pořadí		<u>1</u>	2

Tabulka 8 - Vybrané konstrukční řešení [I]

Hodnocení probíhá na stupnici od 1-5. Přičemž bod 5 znázorňuje nejhorší a bod 1 nejlepší přínos.

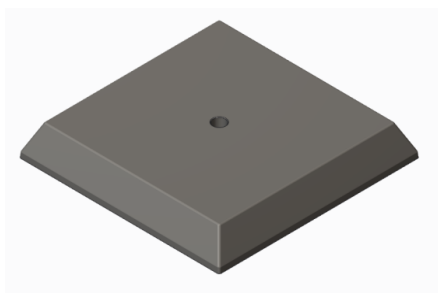
Dle zadaných kritérií bylo zvoleno řešení A, jak pro stojan, tak pro nástěnný držák jako nejvhodnější.

## 6 HRUBÁ STAVEBNÍ STRUKTURA

### 6.1 Stojan

#### Schématické znázornění řešení metody A

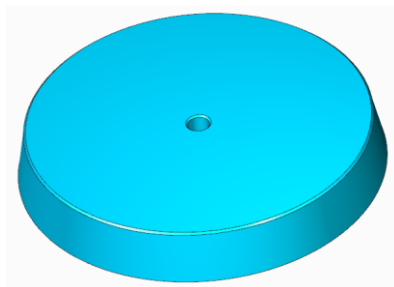
- Pro zajištění stability reproduktoru, byl pro stojan vybrán ocelový materiál.
- Byl zvolen designově atraktivnější čtvercový tvar se čtyřmi pryžovými nožkami pevně spojenými k podstavě, které nezneškodí povrch podlahy.
- Pro zajištění reproduktoru ke stojanu byla vybrána varianta pružné podložky se speciální maticí.



*Obrázek 16 - Hrubá stavební struktura (stojan) – Varianta A*

#### Schématické znázornění řešení metody B

- Pro řešení B jsem zvolil jako materiál sklo.
- Byla vybrána kruhová podstava s nastavitelnými ocelovými nohami.
- Pro zajištění reproduktoru ke stojanu bylo vybráno pojištění pomocí závlačky.



*Obrázek 17 - Hrubá stavební struktura (stojan) – Varianta B*

## 6.2 Nástěnný Držák

### Schématické znázornění řešení metody A

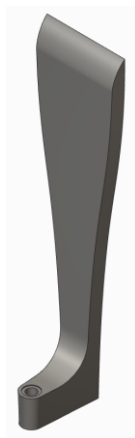
- Pro zajištění tuhosti byl vybrán hliníkový materiál.
- Bylo zvoleno robustní řešení plechového výlisku, který se šroubuje na stěnu a je pojištěn stavěcím šroubem.
- Pro zatraktivnění celkového vzhledu byla vybrána varianta, kdy jsou kabely vedeny skrz tělo nástěnného držáku.



Obrázek 18 - Hrubá stavební struktura (nástěnný držák) – Varianta A

### Schématické znázornění řešení metody B

- Pro toto řešení jsem vybral ocelový materiál.
- Nosná část nástěnného držáku by byla vyrobená z hliníku.
- Kabely vedeny mimo nástěnný držák.



Obrázek 19 - Hrubá stavební struktura (nástěnný držák) – Varianta B

## 7 VÝPOČET STABILITY STOJANU

### Cíl

Cílem je vyhodnocení maximálního úhlu náklonu, který musí vyhovět předepsané podmínce a to takové, že náklon musí být větší než 12 stupňů ve všech směrech z důvodu bezpečnosti.

### Zkušební metoda

Těžiště vypočítané v CAD modeláři v Creo Parametric 2.0. Úhel sklonu je počítán trigonometrií jako vzorec:  $\cos(\alpha) = V / X$

Hmotnost kabelů a konektorů byla pro tento výpočet zanedbána.



*Obrázek 20 - Stabilita ( orientační foto)*

### Varianta 1:

Materiál stojanu bude sklo (hustota skla 2400-2800 kg/m<sup>3</sup>, pro výpočet volím 2700 kg/m<sup>3</sup>). [VI]

Jelikož hustota skla a hliníku je v tomto případě shodná, stačí nám pro ověření splnění podmínky náklonu pouze jeden výpočet pro oba tyto materiály.

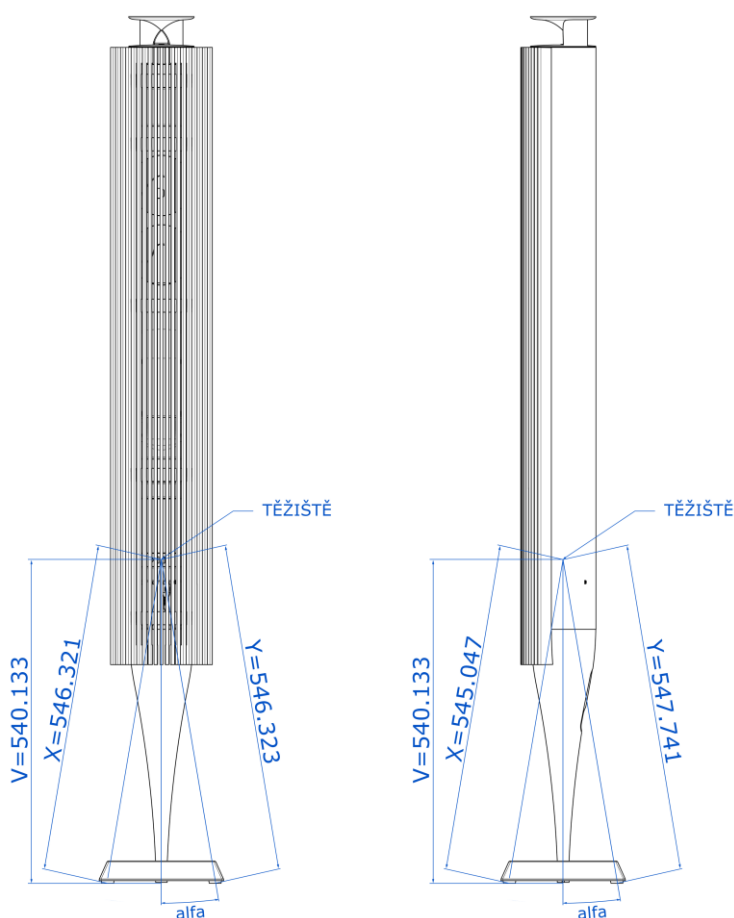
Výpočet náklonu všemi směry:

$$\cos \alpha_1 = \frac{V}{X} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{540,133}{546,321} = 8,63^\circ \quad (7-1)$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{V}{Y} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{540,133}{546,323} = 8,63^\circ \quad (7-2)$$

$$\cos \alpha_3 = \frac{V}{X} \Rightarrow \alpha_3 = \frac{540,133}{545,047} = 7,70^\circ \quad (7-3)$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{V}{Y} \Rightarrow \alpha_4 = \frac{540,133}{547,741} = 9,56^\circ \quad (7-4)$$



Obrázek 21 - Výpočet stability stojanu – varianta 1

## Varianta 2:

Materiál stojanu bude ocelový odlitek odlehčený ( dutina vytvořena odfrézováním materiálu ze spodní strany stojanu ), základna o rozměru 190 x 190 mm.

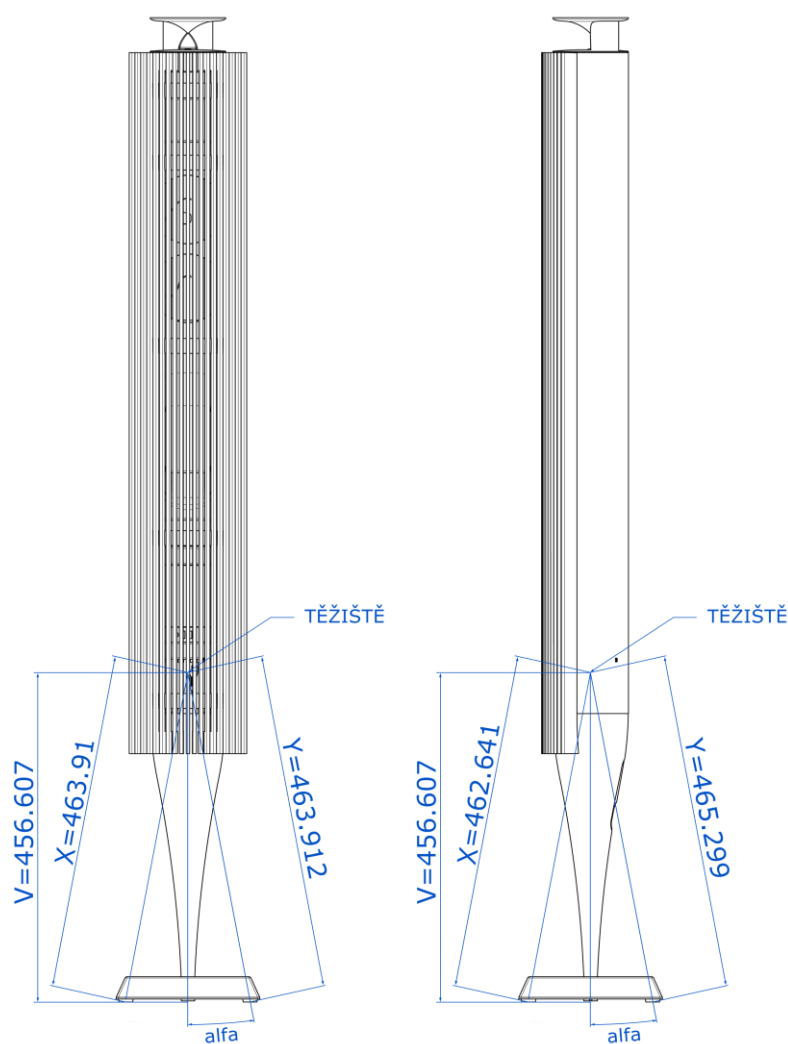
Výpočet náklonu směrem všemi směry:

$$\cos \alpha_1 = \frac{V}{X} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{456,607}{463,91} = 10,17^\circ \quad (7-5)$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{V}{Y} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{456,607}{463,912} = 10,18^\circ \quad (7-6)$$

$$\cos \alpha_3 = \frac{V}{X} \Rightarrow \alpha_3 = \frac{456,607}{462,641} = 9,26^\circ \quad (7-7)$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{V}{Y} \Rightarrow \alpha_4 = \frac{456,607}{465,299} = 11,09^\circ \quad (7-8)$$



Obrázek 22 - Výpočet stability stojanu – varianta 2



### Varianta 3:

Materiál stojanu bude ocelový odlitek plný, základna o rozměru 190 x 190 mm.

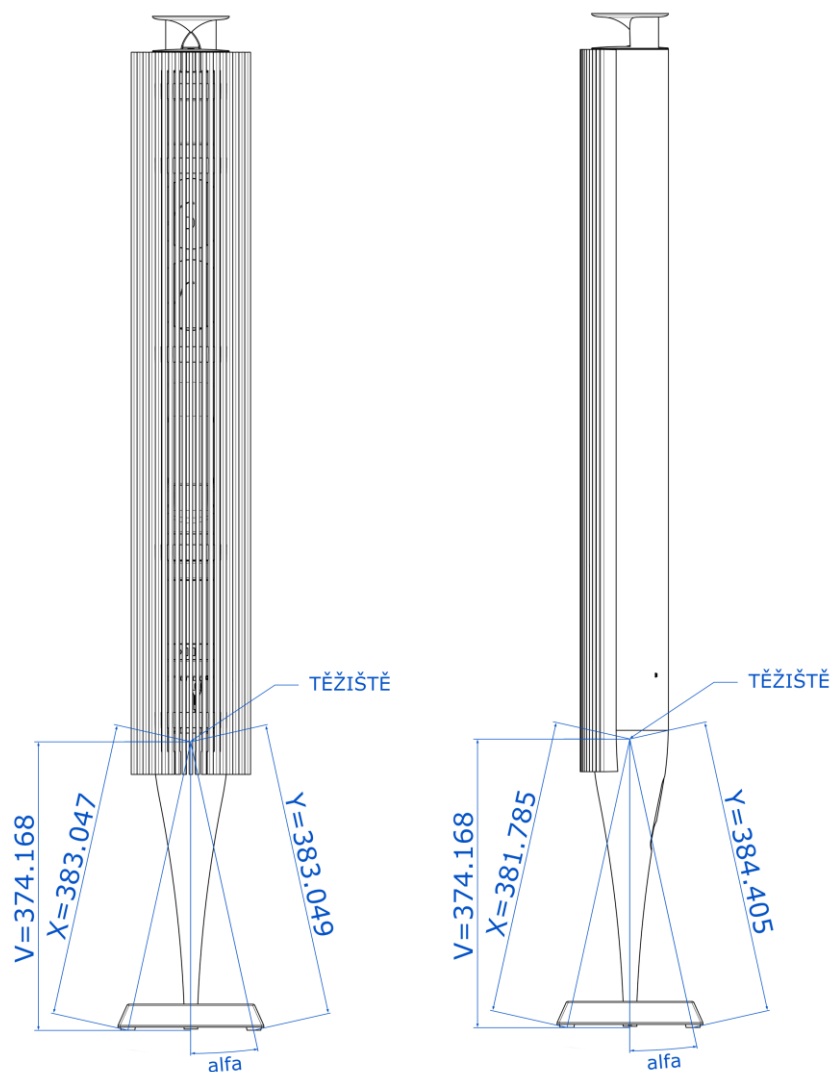
Výpočet náklonu všemi směry:

$$\cos \alpha_1 = \frac{V}{X} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{374,168}{383,047} = 12,36^\circ \quad (7-9)$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{V}{Y} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{374,168}{383,049} = 12,36^\circ \quad (7-10)$$

$$\cos \alpha_3 = \frac{V}{X} \Rightarrow \alpha_3 = \frac{374,168}{381,785} = 11,46^\circ \quad (7-11)$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{V}{Y} \Rightarrow \alpha_4 = \frac{374,168}{384,405} = 13,25^\circ \quad (7-12)$$



Obrázek 23 - Výpočet stability stojanu – varianta 3

#### Varianta 4:

Materiál stojanu bude ocelový odlitek plný, základna o rozměru 200 x 200 mm

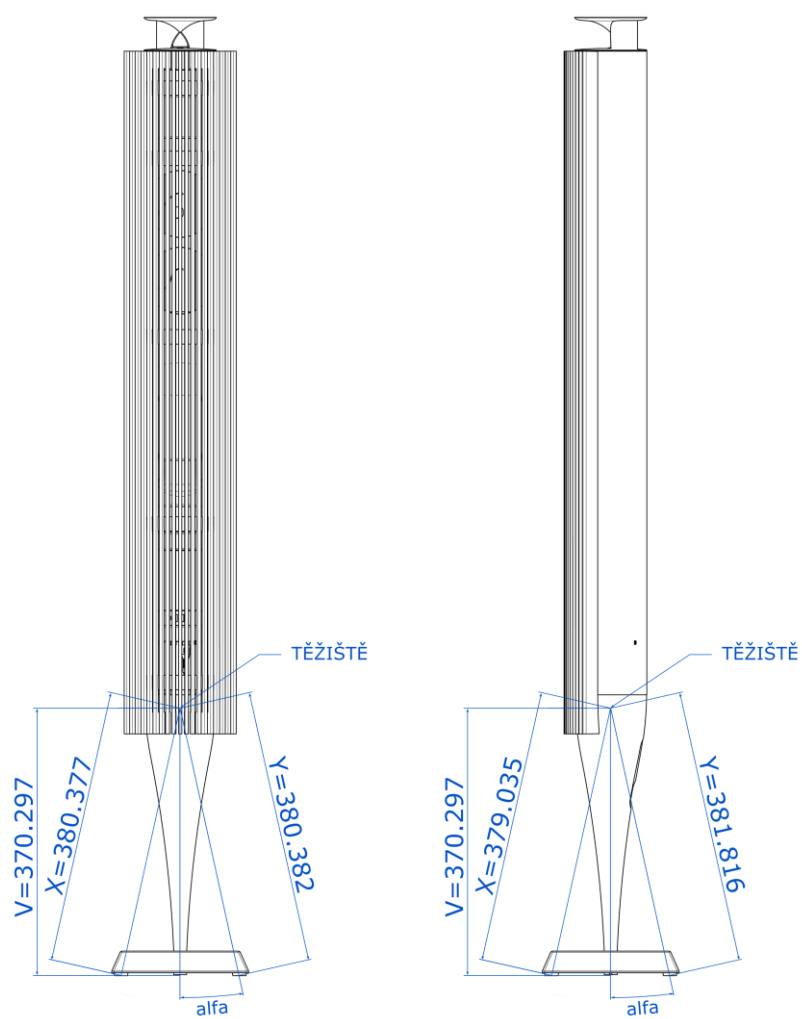
Výpočet náklonu všemi směry:

$$\cos \alpha_1 = \frac{V}{X} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{370,297}{380,377} = 13,22^\circ \quad (7-13)$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{V}{Y} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{370,297}{380,382} = 13,22^\circ \quad (7-14)$$

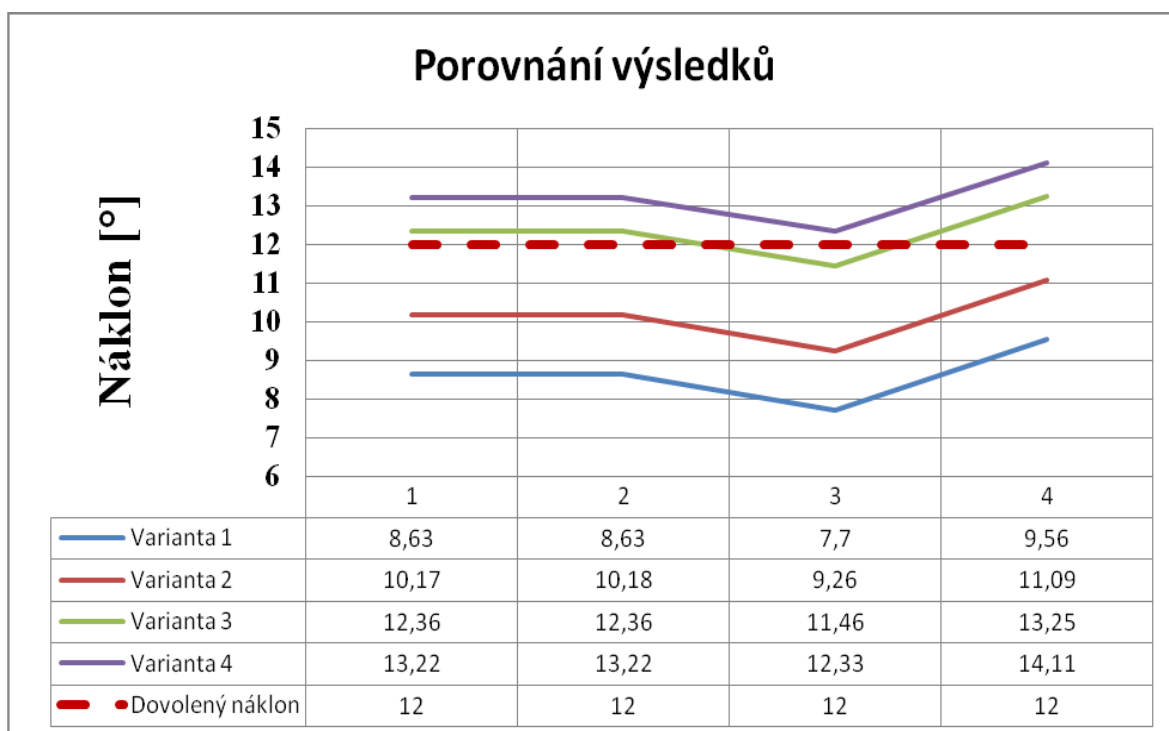
$$\cos \alpha_3 = \frac{V}{X} \Rightarrow \alpha_3 = \frac{370,297}{379,035} = 12,33^\circ \quad (7-15)$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{V}{Y} \Rightarrow \alpha_4 = \frac{370,297}{381,816} = 14,11^\circ \quad (7-16)$$



Obrázek 24 - Výpočet stability stojanu – varianta 4

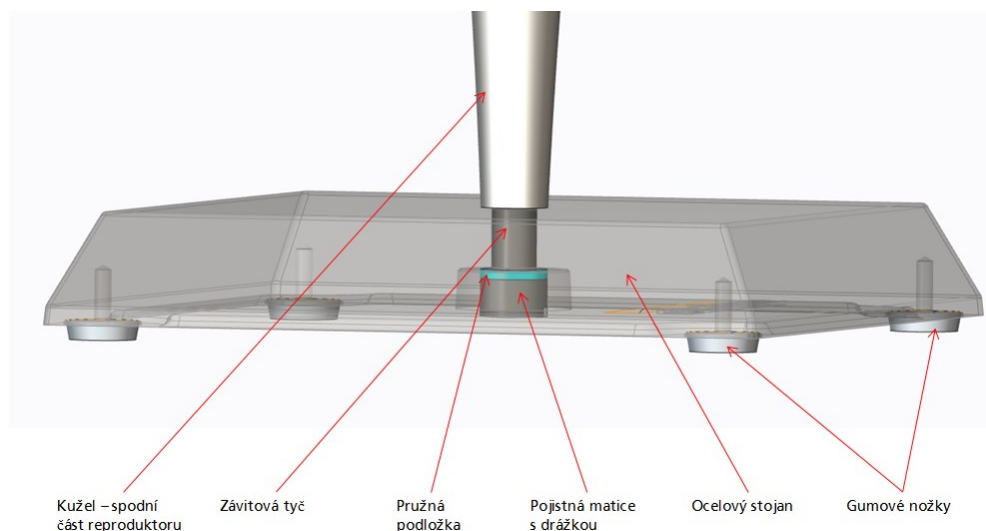
## 7.1 Zhodnocení výpočtu náklonu



Obrázek 25 - Graf porovnání výsledků

Z grafu vyplývá, že varianta čtyři přesahuje ve všech čtyřech směrech náklonu úhel 12 stupňů. Z tohoto důvodu jsem zvolil právě tuto variantu pro detailní konstrukční řešení. Třetí varianta tento předepsaný náklon přesahuje ve třech směrech, v jednom směru je ale nevyhovující. První a druhá varianta jsou nevyhovující ve všech směrech náklonu.

## 8 ÚPLNÁ STAVEBNÍ STRUKTURA STOJANU



Obrázek 26 – Úplná stavební struktura - Stojan

### 8.1 Popis jednotlivých komponentů u stojanu

#### Stojan

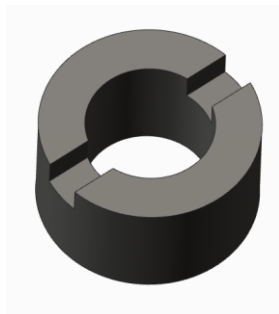
Jako materiál byl zvolen ocelový odlitek. Svou hmotností vyhověl předepsaným parametrům. Na základě výpočtů byla podstava rozšířena na 200 x 200 mm. Z hlediska designu byly splněny všechny požadavky. Otvor, který je uprostřed odlitku, slouží k uchycení závitové tyče reproduktoru, ta je upevněna pomocí pojistné matice. Aby nedošlo k uvolnění matice, použil jsem pružnou podložku. Stojan je vyroben metodou přesného lití a jeho povrch je zachován bez následného opracování. Pouze spodní strana a plochy k umístění gumových nožek, jsou opracovány frézováním. Z hlediska koroze je ošetřen základním nátěrem, a poté finální černou barvou v tloušťce 90  $\mu\text{m}$ .



Obrázek 27 - Stojan

### **Pojistná matice s drážkou**

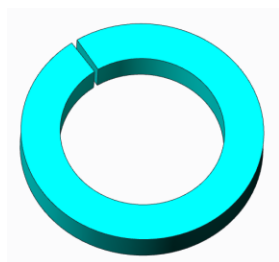
Speciálně upravená matice s frézovanou drážkou slouží k pojištění reproduktoru proti uvolnění. Frézovaná drážka je navržena tak, aby do ní bylo možné umístit speciální klíč, který je dodáván v balení jako součást příslušenství k reproduktoru.



*Obrázek 28 - Pojistná matice s drážkou*

### **Pružná podložka**

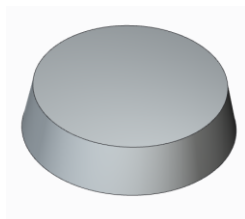
Klasická pružná podložka 12,2 x 18 x 2,5 mm dle normy DIN 7980. Slouží k zajištění spoje proti povolení mezi trnem reproduktoru a pojistnou maticí.



*Obrázek 29 - Pružná podložka*

### **Pryžová nožka**

Podstavná nožka o vnějším průměru 19,8 mm a výšce 5 mm slouží k ustavení reproduktoru na podlahu zákazníka. Spodní strana nožky je lepící. Touto stranou je nožka přilepena ke stojanu.



*Obrázek 30 - Pryžová nožka*

## 9 VÝPOČET NOSNOSTI NÁSTĚNNÉHO DRŽÁKU

Pro nástěnný držák reproduktoru jsem simulací ověřil vhodný materiál a tvar. Pevnostní analýza byla prováděna při předepsaném zatížení pomocí CAD softwaru Creo Parametric 2.0.

### 9.1 Vstupní pevnostní požadavky

Dle mezinárodní normy IEC 60065 [VIII] je z hlediska bezpečnosti nařízeno počítat s hmotností samotného prvku a k tomuto připočíst trojnásobek jeho hmotnosti působící v těžišti.

Dalším z požadavků je vnitřní předpis firmy Bang & Olufsen stanovující zatížení silou 150 N působící v nejvyšším místě reproduktoru ve směru osy x respektive osy z.

Pomocí analýz metodou konečných prvků ( MKP ) provedených v programu Creo Parametric 2.0 jsem na základě vstupních podmínek zpracoval simulaci pro ověření použitého materiálu a zatížení dílu nástěnného držáku pro reproduktorovou soustavu BeoLab 18.

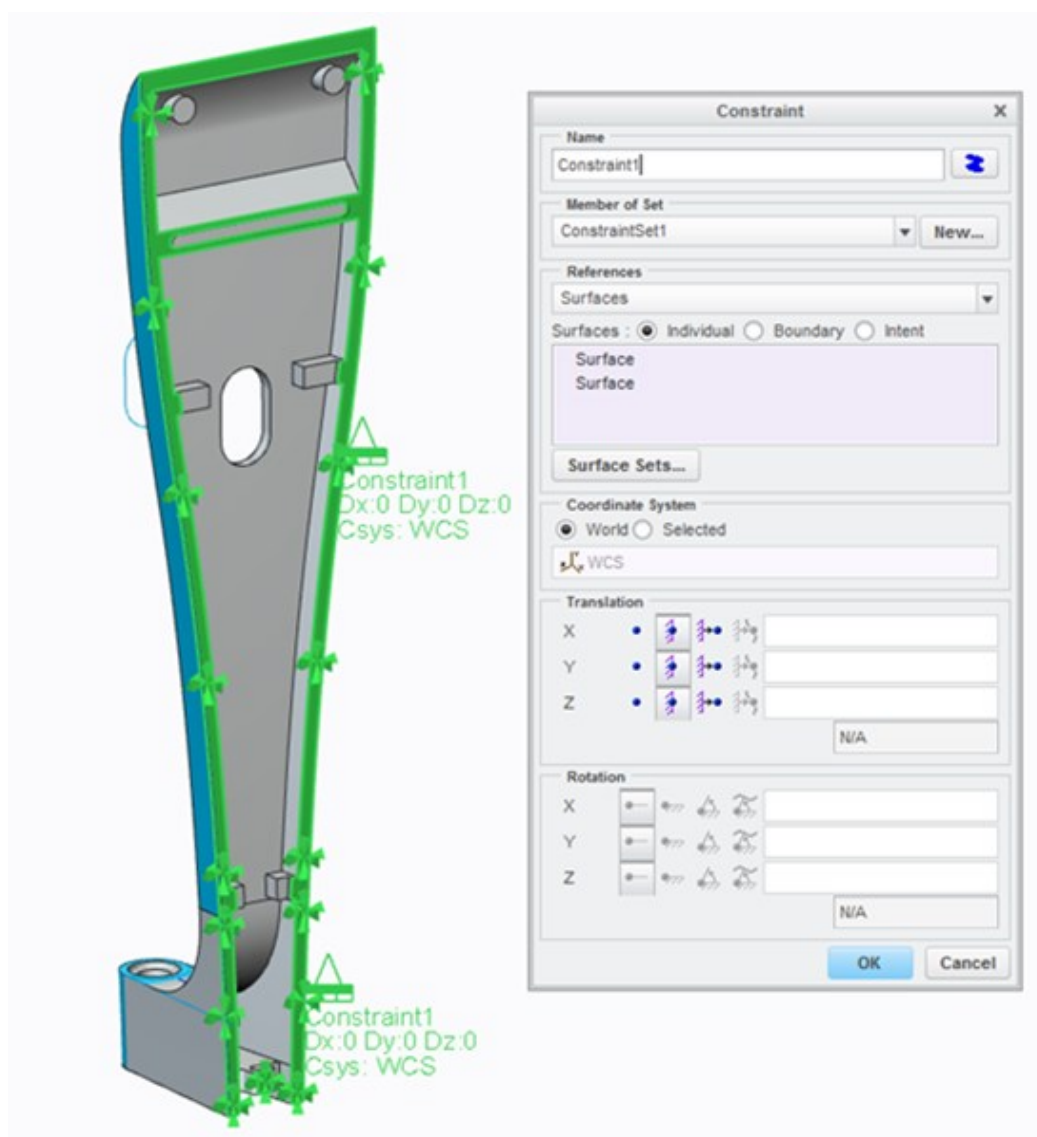
Jelikož se jedná o tvarově složitý díl, nebylo možné použít analytické výpočty a bylo přistoupeno k analýze pomocí MKP. Pro posouzení pevnosti byly použity pouze tyto simulace.

## 9.2 Okrajové podmínky

### Podpory

Podpory slouží k zamezení pohybu plochy přiléhající na zeď. Plocha přiléhající na zeď pouze nahrazuje řešení, kdy je nástěnný držák pevně přichycen na zeď přes šrouby a spojující vnitřní plech a zeď uživatele. Pro zjednodušení výpočtu jsme tedy použili pouze plochu hliníkového těla, které přiléhá na zeď.

Použitá vazba má zamezený posuv ve všech třech osách a simuluje pevné spojení držáku a zdi.

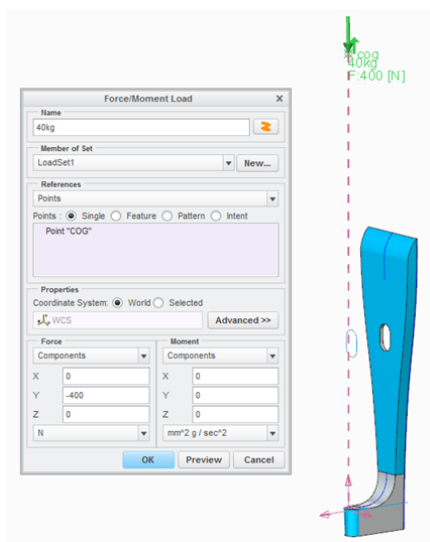


Obrázek 31 - Okrajové podmínky - podpory

## Zatížení

### Zatížení 1:

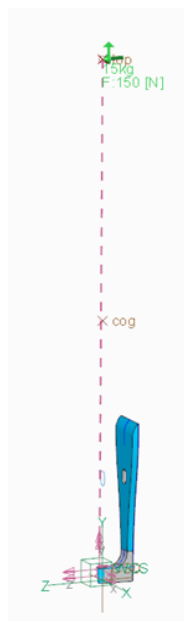
Specifikováno v ose y čtyřnásobkem hmotnosti samotného reproduktoru silou 400 N ( 40kg ). Těžiště je tuhou vazbou svázáno s místem upevnění.



Obrázek 32 - Okrajové podmínky - zatížení 1

### Zatížení 2:

Síla 150 N ( 15kg ), která působí v nejvyšším místě reproduktoru ve směru osy x respektive osy z. Tuhá vazba s místem upevnění. Plochy jsou spojeny tuhou vazbou mezi těžištěm a vrcholkem.

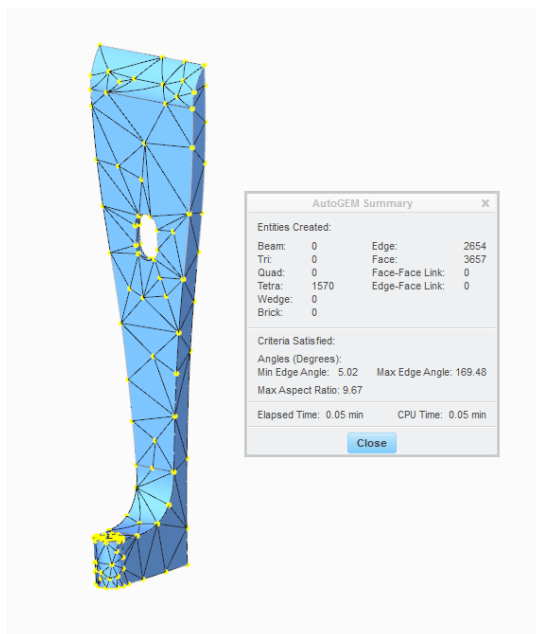


Obrázek 33 - Okrajové podmínky - zatížení 2



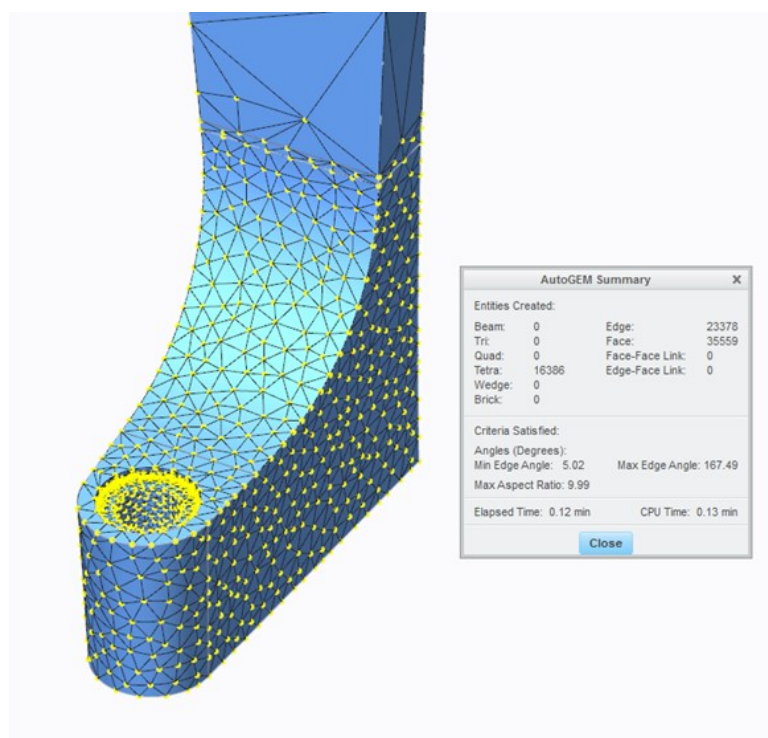
## 9.3 Síť

Síť konečných prvků v základním nastavení



Obrázek 34 - Síť

Jelikož je nejvyšší napětí koncentrováno ve spodní části dílu, je zde síť zjemněná tak, že je v této oblasti definována maximální velikost prvku. Tato síť je použita pro výpočty.

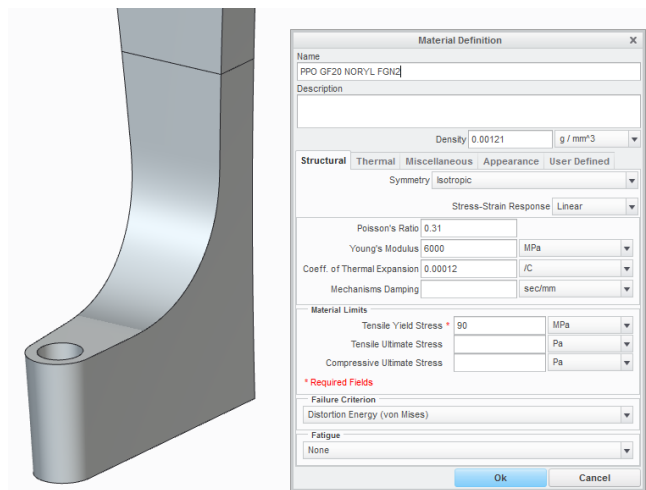


Obrázek 35 - Detail na síť

## 9.4 Výsledky

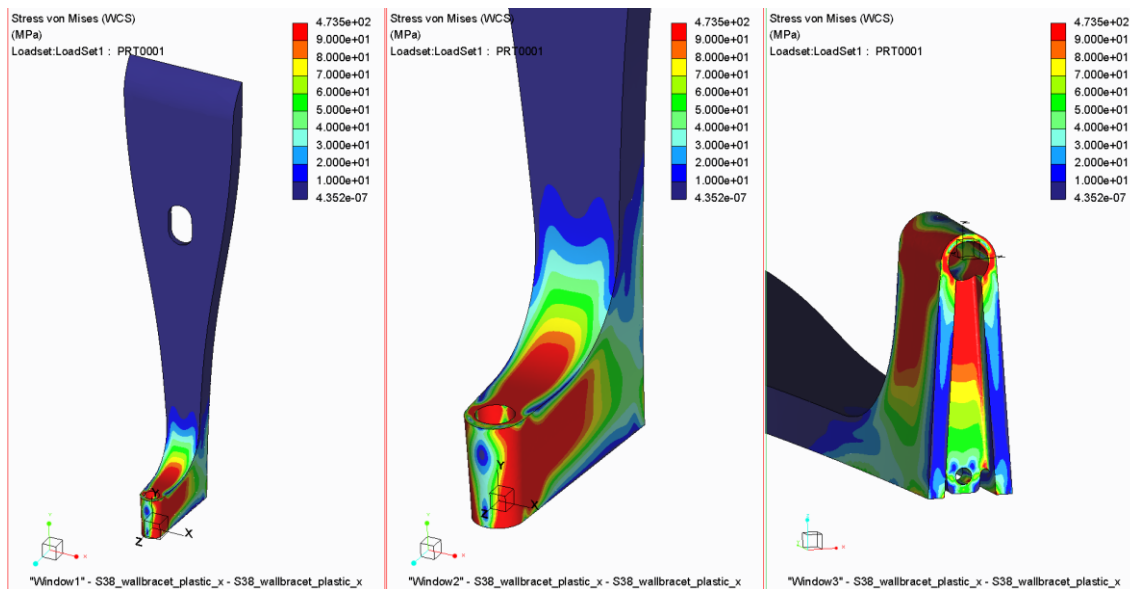
### Varianta 1:

U první varianty jsem navrhl místo uchycení a otvoru v nástěnném držáku, kde tloušťka stěny je v nejužším místě 2 mm. Navrhovaný materiál je plast: PPO GF20 NORYL FGN2. [5]



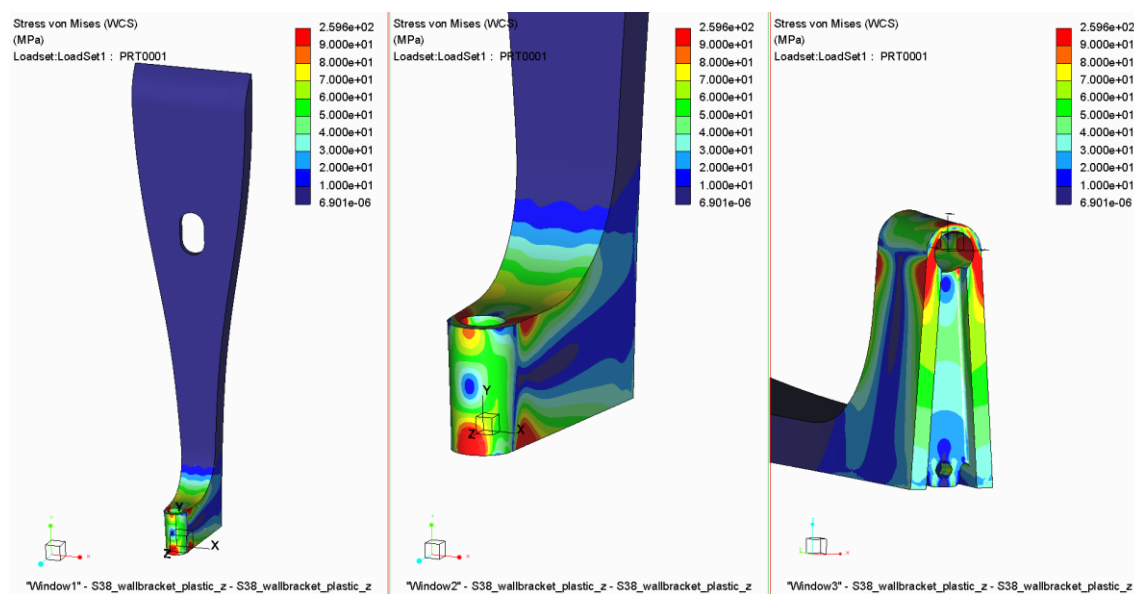
Obrázek 36 - Varianta 1

Výsledné napětí v plastovém dílu s kombinovaným zatížením 1 a 2, zatížení 2 ve směru osy x.



Obrázek 37 - Výsledné napětí - varianta 1 osa x

Výsledné napětí plastového dílu s kombinovaným zatížením 1 a 2, zatížení 2 ve směru osy z.

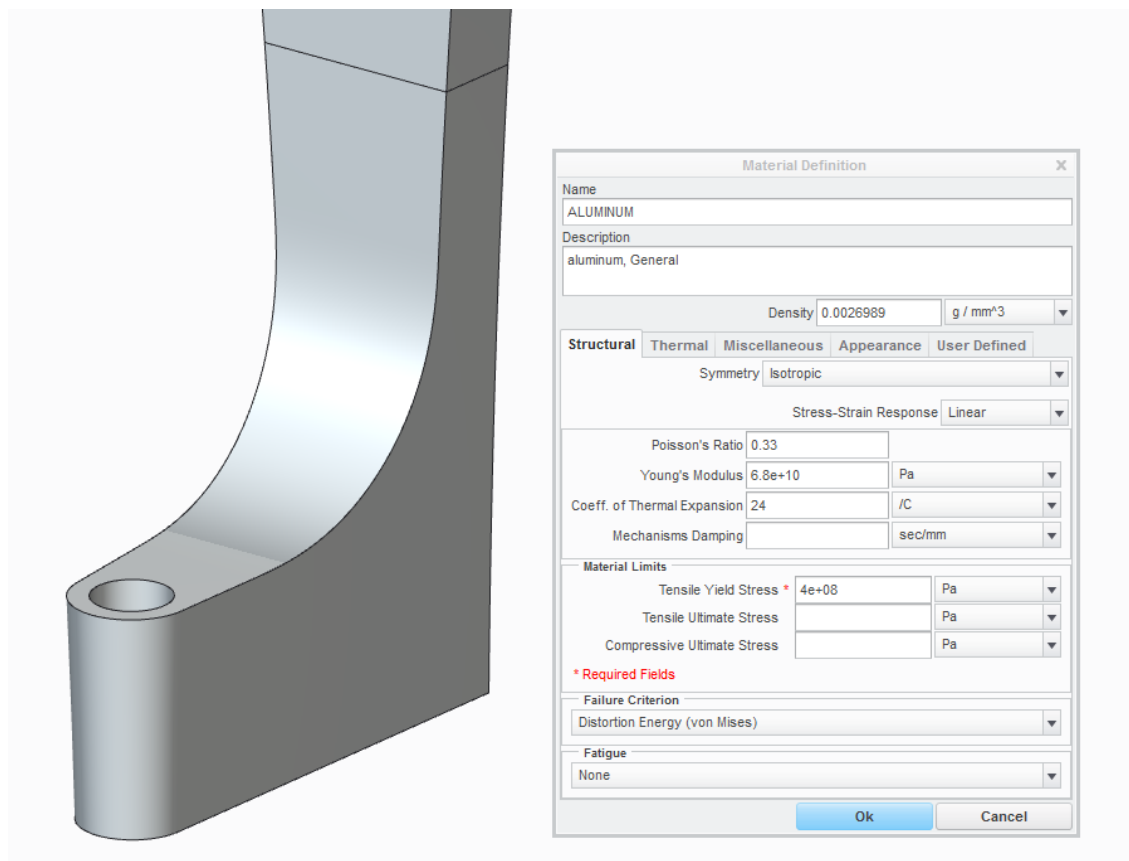


Obrázek 38 - Výsledné napětí - varianta 1 osa z

Maximální napětí 473 MPa, respektive 260 MPa je významně nad mezí kluzu materiálu. Mez kluzu materiálu je 80 MPa. [5] Mez kluzu je překročena ve významné části dílu (vyznačeno červenou barvou). Může zde docházet ke značným plastickým deformacím a destrukci dílu. Návrh je z hlediska pevnosti nevyhovující, je nutná změna materiálu anebo výrazná změna konstrukce.

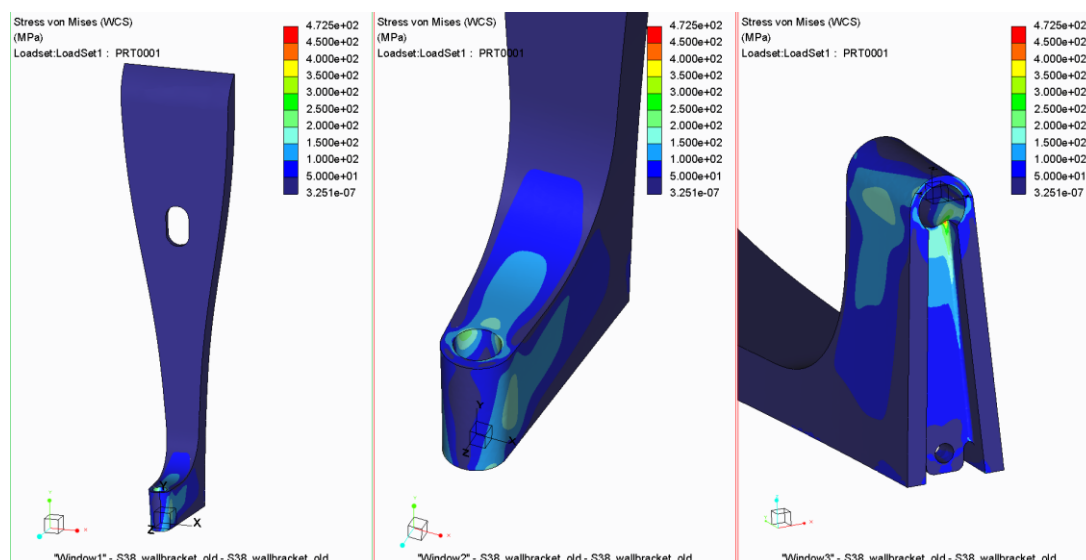
## Varianta 2:

Na základně nevyhovujících výsledků první varianty jsem udělal změnu materiálu. To znamená, že pro výpočet zůstává původní designová varianta místa uchycení i stejná tloušťka stěny, ale pro simulaci bude nyní použit jiný materiál, a to hliník: IK500-2. [6]



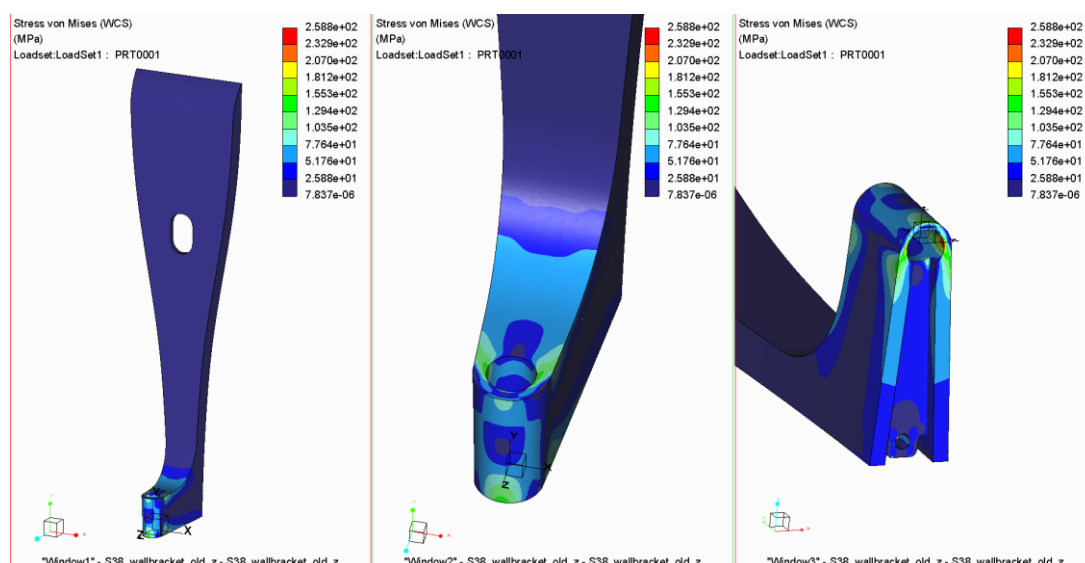
Obrázek 39 - Varianta 2

Výsledné napětí hliníkového dílu s kombinovaným zatížením 1 a 2, zatížení 2 ve směru osy x.



Obrázek 40 - Výsledné napětí - varianta 2 osa x

Výsledné napětí hliníkového dílu s kombinovaným zatížením 1 a 2, zatížení 2 ve směru osy z.

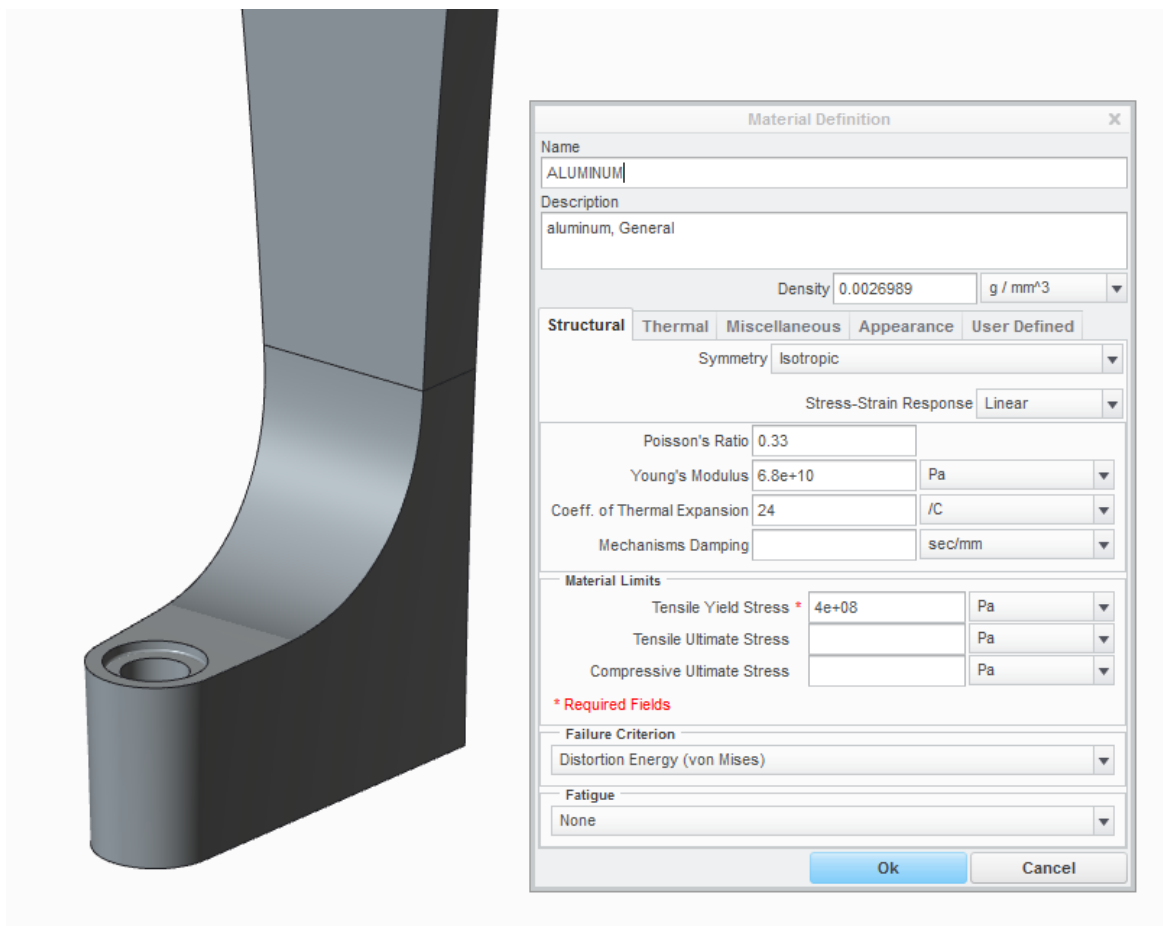


Obrázek 41 - Výsledné napětí - varianta 2 osa z

Při zatížení silou ve směru osy x je maximální napětí 472 MPa, což je nad mezí kluzu použitého materiálu ( 398MPa ). [6] K překročení meze pevnosti dochází v malé oblasti na hraně s malým rádiusem. Může zde dojít k iniciaci trhliny. Zvětšením rádiusu anebo malou změnou konstrukce by pravděpodobně bylo možné toto kritické místo zlepšit. Při zatížení silou ve směru osy z, je maximální napětí 259 MPa pod mezí pevnosti materiálu. Návrh je z hlediska pevnosti nevyhovující.

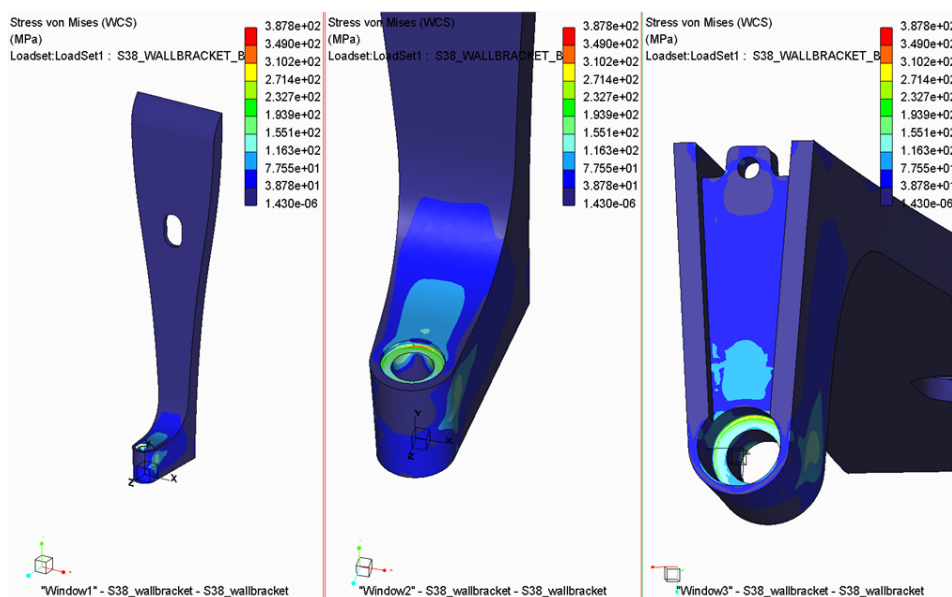
### Varianta 3:

Jelikož z výpočtů druhé varianty je zřejmé, že změna materiálu na hliník výrazně pomohla, proto materiál hliník IK500-2 zachováme. Nicméně pro vyhovující výsledky potřebujeme navrhnout změnu konstrukce držáku. Vyzkoušíme nyní na výpočtu variantu s osazením a zvětšenou tloušťkou stěny.



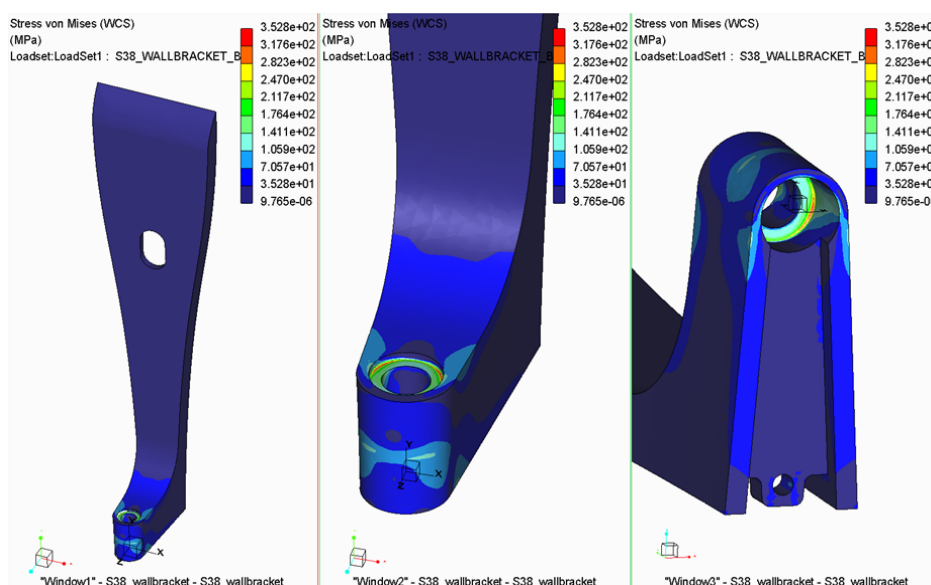
Obrázek 42 - Varianta 3

Výsledné napětí hliníkového dílu s kombinovaným zatížením 1 a 2, zatížení 2 ve směru osy x.



Obrázek 43 - Výsledné napětí - varianta 3 osa x

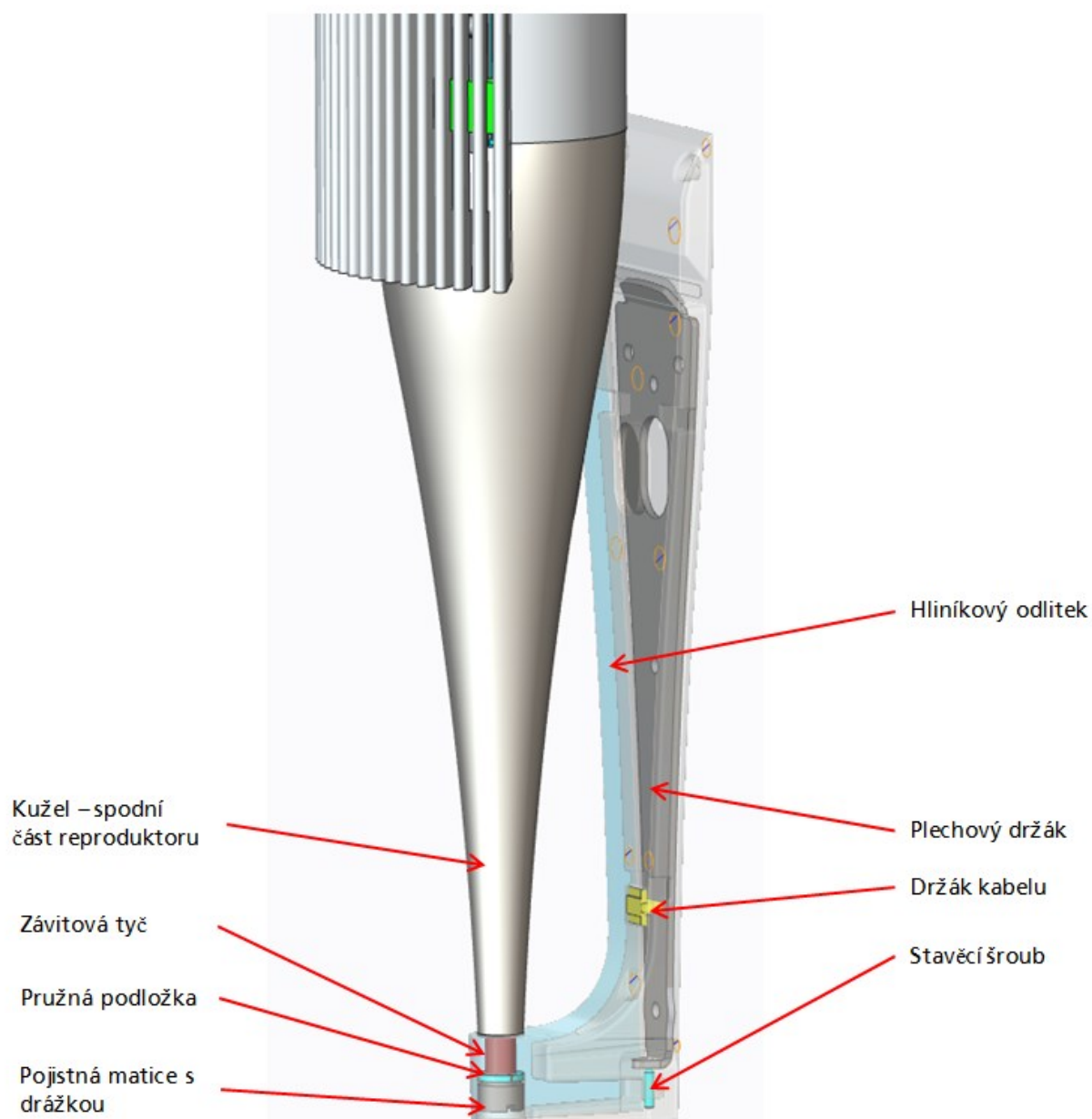
Výsledné napětí hliníkového dílu s kombinovaným zatížením 1 a 2, zatížení 2 ve směru osy z.



Obrázek 44 - Výsledné napětí - varianta 3 osa z

Maximální napětí 388 MPa, respektive 353 MPa je pod mezí kluzu materiálu (398 MPa). Dochází k němu jen na okraji namáhané plochy, může tam dojít například k mírnému otlacení materiálu, ale díl jako celek zatížení vydrží. Z tohoto důvodu jsem zvolil právě tuto variantu pro detailní konstrukční řešení.

## 10 ÚPLNÁ STAVEBNÍ STRUKTURA NÁSTĚNNÉHO DRŽÁKU



Obrázek 45 – Nástěnný držák



## 10.1 Popis jednotlivých komponentů u nástěnného držáku

### Nástěnný držák

Nástěnný hliníkový držák slouží k upevnění celého reproduktoru, který se pomocí závitové tyče vkládá do spodního otvoru a následně pojistí pružnou podložkou a zajistí se speciální maticí.

Hliníkový držák se nejprve vloží horní drážkou na rádiusovou část plechového držáku a následně přiloží ke stěně, kde pomocí stavěcího šroubu bude zajištěna vertikální i horizontální pozice. Pro jemné doladění vertikální osy je možné s hliníkovým tělem o cca 1,5 stupňů ve vertikálním směru ještě manipulovat, což je zaručeno spojením mezi rádiusovou částí na ocelovém nástěnném výlisku s drážkou v hliníkovém těle. Prostřední oválný otvor v hliníkovém těle slouží pro vedení kabelu, dále otvory ve spodní části slouží pro vedení kabelu ke zdroji signálu a napájení.



Obrázek 46 - Hliníkový odlitek

## Plechový držák

Slouží k uchycení hliníkového těla a zároveň umožňuje nastavení hliníkového těla ve vertikálním směru. Toto je prováděno horním rádiusovým tvarem, přičemž spodní část hliníkového těla je fixovaná v jednom bodě stavěcím šroubem M4 x 16.

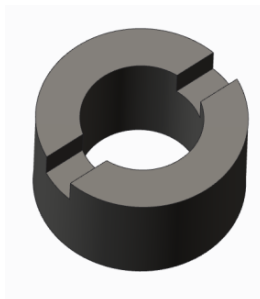
Držák je připevněn ke stěně pomocí tří šroubů, kde na horní části jsou použity oválné drážky pro eliminaci chyb při montáži. Před samotnou montáží se pomocí vodováhy na stěně označí vertikální čára a tato musí být vidět přes tři svislé prostřední otvory. Tímto je zaručena svislá pozice. Prostřední veliký otvor slouží pro vedení kabelu, kde kabely v tomto případě budou zasekány ve zdi. Kruhový tvar kolem spodního otvoru je použit z důvodu deformace plechu při dotažení stavěcím šroubem, tímto je zajištěn větší průřez materiálu a tím se zamezilo deformaci při montáži.



*Obrázek 47 - Plechový držák*

### **Pojistná matice s drážkou**

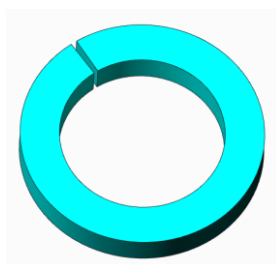
Speciálně navržená matice s frézovanou drážkou slouží k pojištění reproduktoru proti uvolnění. Frézovaná drážka je navržena tak, aby do ní bylo možné umístit speciální klíč, který je dodáváný v balení jako součást příslušenství k reproduktoru.



*Obrázek 48 - Pojistná matice s drážkou*

### **Pružná podložka**

Klasická pružná podložka 12,2 x 18 x 2,5 mm dle normy DIN 7980. Slouží k zajištění spoje proti povolení mezi trnem reproduktoru a pojistnou maticí.



*Obrázek 49 - Pružná podložka*

### **Stavěcí šroub**

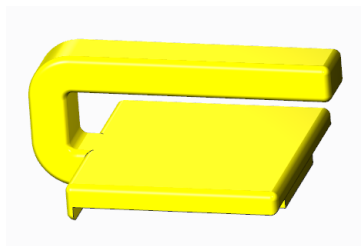
Stavěcí šroub M4x16 dle normy DIN914/ISO4027. Slouží k pojištění plechového výlisku. Pro dotažení používáme imbusový klíč, který je součástí balení.



*Obrázek 50 - Stavěcí šroub*

### **Příchytka kabelů**

K pojištění kabelů slouží plastová pružinka.

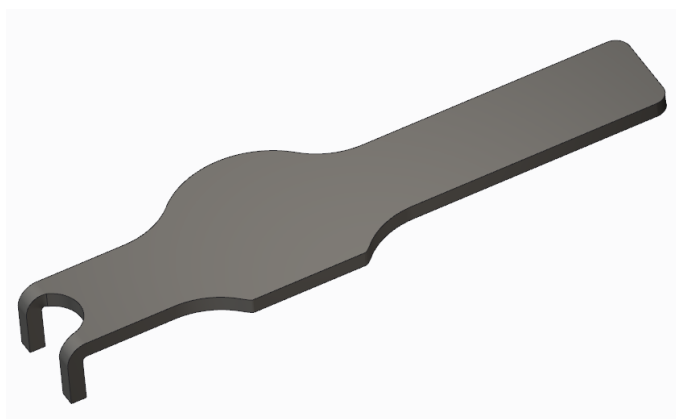


*Obrázek 51 - Příchytka kabelů*

## **11 PŘÍSLUŠENSTVÍ K MONTÁŽI**

### **Klíč**

Slouží k utažení speciální matice s drážkou jak pro stojan tak nástěnný držák.



*Obrázek 52 - Klíč*

## 12 ZÁVĚR

Úkolem bakalářské práce byl konstrukční návrh stojanu a nástěnného držáku reproduktoru Beolab 18 od firmy Bang & Olufsen. V rešeršní části této práce byly popsány konstrukční řešení stojanů a nástěnných držáků jak od firmy Bang & Olufsen tak od firmy DEXON.

Bylo třeba primárně navrhnout řešení pro umístění reproduktorové soustavy na podlahu. K tomuto umístění slouží stojan. Další možností umístění bylo na nástěnný držák, který byl v této práci rovněž navrhnout.

Při samotném návrhu jsem se rozhodoval mezi dvěma variantami, které vzešly z metodiky konstruování dle Konstrukční nauky [I]. Byly vypracovány požadavky na zařízení, následně popsány funkce a následoval návrh morfologické matice [I].

Pro stojan byla vybrána varianta ocelového odlitku, který svými rozměry a tvarem vyhověl požadavku náklonu, který musel přesahovat hodnotu 12 stupňů v jakémkoli směru. Výpočet byl stanoven mechanickým výpočtem a vycházel z těžiště samotné reproduktorové soustavy. Byl porovnán náklon čtyř konstrukčních či materiálových variant, z nichž pouze jedna varianta vyhověla a přesáhla ve všech zkoušených směrech předepsaný úhel. Důvodem takového požadavku je hlavně bezpečnost uživatele, kdy musí být zaručeno, že reproduktor nespadne, při neopatrném zavadění o něj.

Pro nástěnný držák byla vybrána po sérii analýz varianta hliníkového odlitku s rozšířenou tloušťkou stěny a zahloubením v oblasti uchycení reproduktoru. Pomocí programu Creo Parametric 2.0 jsem na základě zadání zpracoval simulace pro ověření materiálu a zatížení dílu nástěnný držák. Byly použity vstupní podmínky dané obecnými i interními předpisy. Předpokládaná hmotnost reproduktoru je 9 kg. Pro výpočet jsme použili předpis, kdy je třeba znásobit tuto hmotnost 4 x, tedy počítáme s 36 kg. Pro simulaci bylo zaokrouhлено na 40 kg (400 N) ve směru osy y. Důležité je pro nás také zatížení v ose x a v ose z. V nejvyšším místě reproduktoru je zatížení 15 kg (150 N). Pro simulaci byly zpracovány tři varianty. Pouze varianta číslo tři byla vyhovující.

Pomocí softwaru Creo Parametric 2.0 byly vytvořeny 3D modely, stejně jako výkresová dokumentace, která je součástí příloh.

Na základě uvedených faktů v závěru lze konstatovat, že jsem v bakalářské práci splnil požadavky dané v zadání.

## SEZNAM LITERATURY

### Knihy, časopisy a jiné

- [I]. Hubka Vladimír, Konstrukční Nauka, obecný model při konstruování, 2 přepracované a doplněné vydání. Vyd. 1995. 118s. ISBN 80-90 1135-0-8
- [II]. TOMAN, Kamil. *Reproduktory a reprosoustavy - 1. díl*. 2001. vyd. Karviná: Dexon s.r.o., 2001. 205 s.
- [III]. Katalog Bang & Olufsen kolekce 2011-2012
- [IV]. Katalog Bang & Olufsen kolekce 2013
- [V]. Katalog Bang & Olufsen kolekce 2009
- [VI]. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. LIENVEBER J. VÁVRA P. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.
- [VII]. Kolesár, M. Odborná pomoc a odhad.
- [VIII]. IEC 60065. Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements. Edition 7.2. Switzerland: IEC Central Office, 2011.

### Internetové zdroje

- [1]. Reproduktorová soustava. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-14-01]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Reproduktorov%C3%A1\\_soustava](http://cs.wikipedia.org/wiki/Reproduktorov%C3%A1_soustava)
- [2]. Dexon. *Stojan Hifi 600mm kovový* [online]. [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: <http://www.dexon.cz/katalog/hifi-domaci-kino/stojany-drzaky-nozky/stojan-hifi-600mm-kovovy.html>
- [3]. Dexon. *Kloubový držák profesionální* [online]. [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: <http://www.dexon.cz/katalog/profesionalni-technika/stojany-drzaky/kloubovy-drzak-profesionalni-2.html>
- [4]. Dexon. *Kloubový držák plastový černý* [online]. [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: <http://www.dexon.cz/katalog/hifi-domaci-kino/stojany-drzaky-nozky/kloubovy-drzak-plastovy-cerny.html>

- [5]. NORYL [online]. 2014 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://www.sabic-ip.com/gepapp/eng/weather/weatherhtml?sltRegionList=1002002001&sltPrd=1002003052&sltGrd=1002012305&sltUnit=0&sltModule=DATASHEETS&sltVersion=Internet&sltType=Online>
- [6]. High-Strength Aluminum Alloy | Die Casting [online]. 2014 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://www.interplex.com/global/index/ik500-high-strength-aluminum-alloy-die-casting-device-housings>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 - Stojan Hifi kovový DEXON [2]</i> .....	13
<i>Obrázek 2 - Stojan Hifi kovový DEXON [3]</i> .....	14
<i>Obrázek 3 - Kloubový držák plastový DEXON [4]</i> .....	14
<i>Obrázek 4 - BeoLab 11 [III]</i> .....	15
<i>Obrázek 5 - Stojan BeoLab 11 [III]</i> .....	16
<i>Obrázek 6 - Nástěnný držák BeoLab 11 [III]</i> .....	16
<i>Obrázek 7 - BeoLab 17 [IV]</i> .....	17
<i>Obrázek 8 - BeoLab 17 (stojan) [IV]</i> .....	17
<i>Obrázek 9 - BeoLab 17 (nástěnný držák) [IV]</i> .....	18
<i>Obrázek 10 - BeoLab 8000 na stojanu [V]</i> .....	19
<i>Obrázek 11 - BeoLab 8000 stojan [V]</i> .....	19
<i>Obrázek 12 - BeoLab 8000 na nástěnném držáku [V]</i> .....	19
<i>Obrázek 13 - BeoLab 8000 nástěnný držák [V]</i> .....	19
<i>Obrázek 14 - BeoLab 18 na nástěnném držáku [IV]</i> .....	20
<i>Obrázek 15 - BeoLab 18 na stojanu [IV]</i> .....	20
<i>Obrázek 16 - Hrubá stavební struktura (stojan) – Varianta A</i> .....	28
<i>Obrázek 17 - Hrubá stavební struktura (stojan) – Varianta B</i> .....	28
<i>Obrázek 18 - Hrubá stavební struktura (nástěnný držák) – Varianta A</i> .....	29
<i>Obrázek 19 - Hrubá stavební struktura (nástěnný držák) – Varianta B</i> .....	29
<i>Obrázek 20 - Stabilita ( orientační foto)</i> .....	30
<i>Obrázek 21 - Výpočet stability stojanu – varianta 1</i> .....	31
<i>Obrázek 22 - Výpočet stability stojanu – varianta 2</i> .....	32
<i>Obrázek 23 - Výpočet stability stojanu – varianta 3</i> .....	33
<i>Obrázek 24 - Výpočet stability stojanu – varianta 4</i> .....	34
<i>Obrázek 25 - Graf porovnání výsledků</i> .....	35
<i>Obrázek 26 – Úplná stavební struktura - Stojan</i> .....	36
<i>Obrázek 27 - Stojan</i> .....	36
<i>Obrázek 28 - Pojistná matice s drážkou</i> .....	37
<i>Obrázek 29 - Pružná podložka</i> .....	37
<i>Obrázek 30 - Pryžová nožka</i> .....	37
<i>Obrázek 31 - Okrajové podmínky - podpory</i> .....	39
<i>Obrázek 32 - Okrajové podmínky - zatížení 1</i> .....	40
<i>Obrázek 33 - Okrajové podmínky - zatížení 2</i> .....	40



<i>Obrázek 34 - Síť</i> .....	41
<i>Obrázek 35 - Detail na síť</i> .....	41
<i>Obrázek 36 - Varianta 1</i> .....	42
<i>Obrázek 37 - Výsledné napětí - varianta 1 osa x</i> .....	42
<i>Obrázek 38 - Výsledné napětí - varianta 1 osa z</i> .....	43
<i>Obrázek 39 - Varianta 2</i> .....	44
<i>Obrázek 40 - Výsledné napětí - varianta 2 osa x</i> .....	45
<i>Obrázek 41 - Výsledné napětí - varianta 2 osa z</i> .....	45
<i>Obrázek 42 - Varianta 3</i> .....	46
<i>Obrázek 43 - Výsledné napětí - varianta 3 osa x</i> .....	47
<i>Obrázek 44 - Výsledné napětí - varianta 3 osa z</i> .....	47
<i>Obrázek 45 – Nástěnný držák</i> .....	48
<i>Obrázek 46 - Hliníkový odlitek</i> .....	49
<i>Obrázek 47 - Plechový držák</i> .....	50
<i>Obrázek 48 - Pojistná matice s drážkou</i> .....	51
<i>Obrázek 49 - Pružná podložka</i> .....	51
<i>Obrázek 50 - Stavěcí šroub</i> .....	51
<i>Obrázek 51 - Příchytka kabelů</i> .....	52
<i>Obrázek 52 - Klíč</i> .....	52

## **SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1 - Požadavkový list pro stojan [I]</i> .....	22
<i>Tabulka 2 - Požadavkový list pro nástěnný držák [I]</i> .....	23
<i>Tabulka 3 - Morfologická matice – stojan [I]</i> .....	25
<i>Tabulka 4 - Morfologická matice – držák [I]</i> .....	25
<i>Tabulka 5 - Vybrané konstrukční řešení [I]</i> .....	26
<i>Tabulka 6 - Vybrané konstrukční řešení [I]</i> .....	26
<i>Tabulka 7 - Hodnocení vybraných možností - stojan [I]</i> .....	27
<i>Tabulka 8 - Vybrané konstrukční řešení [I]</i> .....	27

# Seznam příloh

Výkresová dokumentace

Název	Označení	Formát
Sestava stojanu	PLA159-01.00	A2
Stojan	PLA159-01.01	A3
Pojistná matice	PLA159-01.02	A4
Sestava nástěnného držáku	PLA159-02.00	A2
Nástěnný držák	PLA159-02.01	A2
Plechový držák	PLA159-02.02	A3
Zákaznický klíč	PLA159-03.01	A3